

農業技術の経営的評価に関する研究 (第1報)

金山 滋・坂下数雄

緒 言

この研究の直接のねらいは、開発された新技術の経営的評価を行なう方法を検討し、確定することを目的としている。

具体的な対象として42年度から肉牛経営をとりあげて調査に着手しており、引続き水稲作、果樹作における技術の評価の問題を対象にする予定である。

特定の作目あるいは経営類型における技術の評価法の研究に移る前に、評価の対象となる技術の定義づけと、旧来経営調査法、経営診断法、経営設計法、経営計算などの中に包含された形で研究されている技術の評価の手法について理論的成果を検討し、まとめたのがこの第一報である。

農業技術の経営的評価の前提となる諸問題を取りあげたが、いずれも農業経営学の基礎的な領域に属するものが多く、そのうえ問題も多いが研究を前向きに進めるための礎石たらしめることをねらいとしている。

第1章 技術の内容と技術体系

農業技術の経営的評価を問題とすると、まず評価の対象である農業技術一般あるいは経営の中に入ろうとしている新技術の内容を明確にしておく必要がある。

技術という範疇にどこまでの内容を盛るかということはかなり議論のあるところであり、哲学的定義から経済学的定義までかなり巾が広いが、経済学の立場からみれば技術とは土地、労働、資本の結合様式であるとされている。

技術はその内容によって分類されるが、一般的な分類を列記すればつぎの如くである。

- (1) 形態的分类…無形的技術と有形的技術
- (2) 体系化の段階による分類…
 - 1) 部分技術と体系技術
 - 2) 部分技術、個別技術、複合技術、総合技術(経営技術)
- (3) 目的、評価の違いによる分類…純粹技術、合理的技術、実用技術
- (4) 機能的分類…
 - 1) 経営技術と生産技術
 - 2) 労働技術、栽培技術、飼養管理技術等
- (5) 労働手段の規模による分類…大型機械化技術、小型機械化技術等
- (6) 経済的効果による分類…労働集約的技術、労働節約的技術、土地粗収益増進的技術、中立的技術

これらの分類のうち主要なものについてその内容に立入ってみる。

(1) 無形(知)的技術と有形(物)的技術

無形的技術は技術の方法性を示し、有形的技術は技術の手段性を示す。例えば水稲の栽培法といわれるものは無形的知的技術であり、その栽培法を実施するために必要な品種、肥料、農薬、動力、農機具、灌漑施設などが有形的物的技術である。栽培法が変れば物的有形的手段も変ってくる。

二つの存在形態を耕種農業技術で分解するとつぎのようになる。

耕種農業技術	$\left\{ \begin{array}{l} \text{無形的技術} \\ \text{有形的技術} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{労働様式(つくり方、作業の仕方)} \\ \text{労働組織(働き手の働き方)} \end{array} \right.$
		$\left\{ \begin{array}{l} \text{労働対象(作物家畜等)} \\ \text{労働手段(農機具等)} \end{array} \right.$

(2) 部分技術と体系技術

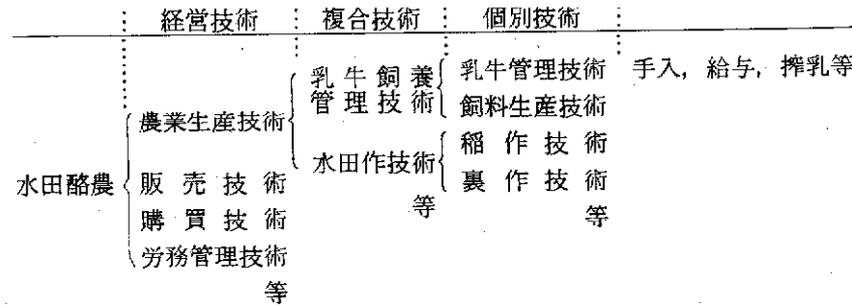
阿部広雄によれば大要つぎのような区分を考えているようである。

個別的技術体系……生産体＝経営において生産される特定の生産物についての技術体系である。

複合技術……部門別生産技術体系

経営技術(総合技術)……特に経営全体に係る技術

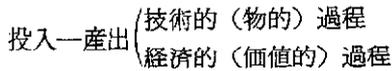
水田酪農における技術の位置づけと体系化されたものを掲げるとつぎのとおりである。³⁾



部分技術と体系技術の区分は明確でない場合もあり、その区分もかなり相対的なものと考えられるが、一般的に言えば、生産、労働過程の dimension において「作業連鎖」としての体系をなすものが体系技術と考えられる。

(3) 純粹技術, 合理的技術, 実用技術

これは磯辺によって分類されたものである。農業生産に限らず生産過程は諸種の生産財を結合して新たな物財を作り出す物的な過程であるだけでなく、他面では或る種の価値を犠牲にして新たな価値を実現する価値的な過程を伴っている。即ち農業生産過程は技術的過程と経済的過程の両面をもつがこれら



のうち技術過程の産出のみを問題とするもの、すなわち「単に或る生産目的を実現するための手段あるいは可能性という意味における技術であって、ここではただある効果の実現を直接目標とし、そのためにどれだけ²⁾の労働や生産手段を費さねばならないかは問うところではない。」

段階の技術を「純粹技術」とされている。

このような技術は新しい可能性の追求を目的とする。純粹技術の段階にとどまる限り、唯生産技術としての可能性があるというだけで農家の経営実践とは直接縁がない。

また、得られた物量とそのため的手段犠牲が比較される。即ち投入量と産出量との比較が物的数量で行なわれる段階の技術を「合理的技術」とされる。合理的技術の段階では産出量に要した労働量、土地、施肥量が個々に比較され、その技術の合理性は一元的に示されない。

また、新しい技術が旧技術に比べて、生産量単位当り土地面積は少ないが施肥量が多いという場合の合理性の比較はなしえない。

従って(1)産出量相互(2)生産方法相互(3)産出量と投入量の用途相互の4種の比較選択を為しうることが要請され、その共通の比較基準として投入量、産出量ともに一元的価値表示がされる。この段階の技術を「実用技術」という。

これら技術的過程と経済的過程は並行的に存在するというのではなく、つぎのような相互関連がある。

第1段階……何を生産するかということが全体を考慮する経済的考慮から決められる。

第2段階……その生産に対する生産技術としての可能性が提示される。

第3段階……経済的知識は評価、比較の過程をへて、何をどんな方法でどれだけ生産するかの方針を決めて技術に示し。

第4段階……技術はこの方針に従って現実に生産を行なう。

(4) 経営技術と生産技術

広義の農業技術の中には経営技術も含まれると考えてさしつかえないであろう。経営技術は可能性ある生産技術あるいは生産部門をどのように組合わせるかという組織論および、それら組合わされたものを自然

的、経済的条件の変化にどのように対応させて経営組織体を運営するかという管理論等があるが、これら経営技術は先に問題とした無形的技術、あるいは体系技術等と明確に区分されない面がある。特にリニヤ、プログラミングによる評価法等では組織体間の評価を問題とせざるをえない。しかしながら我々の課題では評価の対象はできるだけ狭義の生産技術の評価に限定したい。

第2章 経営目標と経営成果指標

農業技術の経営的評価を行なうには評価の基準が必要である。それは終局的には農業経営の目的に対し、どのように、どの程度の貢献を成しえたかということで評価されるものである。

即ち終局的には経営目標として論ぜられている諸指標にそれを求めざるをえない。

テーヤは「農業の目的はできるだけ多額の金銭的利益を獲得する」ことであるといい、エーレボーは「農業の私経済的目標は、農業者及びその家族の欲望をできるだけ完全に満足することである。農業によって金をもうけることは右の目的を達成する一つの手段であるに過ぎない。」といているが、「欲望の満足」あるいはもっと具体的な概念として「経済的厚生」という概念を農業経営の目的として前面に出すことは客観的標準を定めにくくするものであるし、我々の課題にとっても利益をもたらすものではない。

一般的には経営の目標は最大の農業所得を持続的にあげて農家の全所得の拡大をはかることであると考えられる。

家族労作経営の場合には広義の農業所得が経営目標とされ、つぎの式で定式化されるが

$$\text{収益（または所得）} = \text{収入} - \text{経営費}$$

その内容についてみると経営の発展段階の相違により、収益概念の内容は著しい相違がみられる。それは上式の収入概念、経営費概念の内容の相違によってもたらされる。

その端的なものは「自家労賃⁷⁾を収入と考えるか、費用と考えるか」により、いわゆる「所得説」と「純収益説」に二分される。

1) 収入概念の相違

収入の中に家計仕向部分を含めるか否かによって収入は農場粗収入（Gross farm receipts）と農場収入（Farm receipts）に分かれ、この収入概念の相違から収益概念として稼得（Earning）と所得（Income）の相違がでてくる。

これを表示するとつぎのようになる。

収益概念の相違	収入概念の相違	
所得	=	農場収入 - 経営費
稼得	=	農場粗収入 - 経営費

$$(\text{農場粗収入} = \text{農場収入} + \text{「家計に仕向けられた農産物の価額」})$$

我国では「農業所得」ということばで実質は稼得を意味している場合が多い。一般に所得ということばは広義に解され、稼得と狭義の所得のなかに包含される。

稼得と所得のいずれを経営目標と考えるかは自給度の程度によって決定される。即ち自給度の高い場合は稼得概念を使わねば実態から離れてしまう。

2) 経営費概念の相違

経営費の内容は経営体をどう考えるかによって決まる。経営費の内容が異なれば収益概念も相違してくる。沢村は経営費の分化をつぎのように表示している。⁴⁾

第1表 経営費の分化

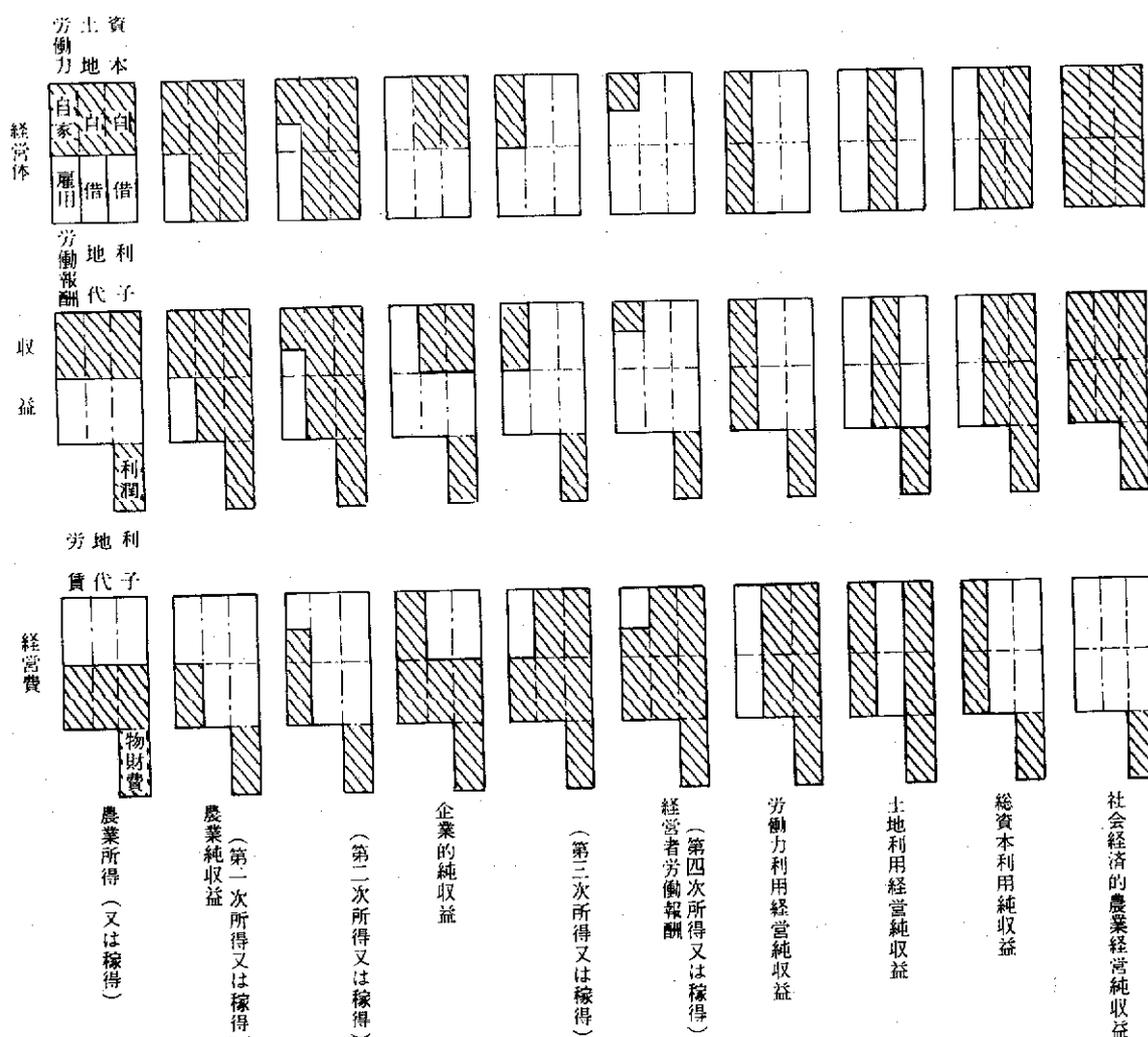
経営費の種類	経営費の費目	備考
第1次(家族, 農場)経営費	種苗・蚕種・動物 肥料・飼料・農薬・光熱 ・動力 農機具の購入修繕・建物 農機具減価償却費 賃借料 雇用労働	Farm family expenses
第2次(経営者, 農場)経営費	{ 第1次経営費 家族労働	operator's farm expenses
第3次(家族)経営費	{ 第1次経営費 資本利子	Farm family Labor expenses
第4次(経営者)経営費	{ 第1次経営費 家族労働 資本利子	operator's Labor expenses

さらに上記の四つの経営費概念と先の二つの収入概念の組合せ $2 \times 4 = 8$ 種類の収益概念を示している。

第2表 経営体, 経営費, 収入, 収益の関係

経営体	経営費	収入	改益	備考
第1次経営体 { 家族 (経営者+その他家族) 農場 (土地+資本)	第1次(家族, 農場)経営費	農場粗収入	第1次(家族, 農場)稼得 (1)	Farm family earnings
		農場収入	第1次(家族, 農場)所得 (2)	Farm family income
第2次経営体 { 経営者 農場 (土地+資本)	第2次(経営者, 農場)経営費 (第1次経営費+家族労働)	農場粗収入	第2次(経営者, 農場)稼得 (3)	Farm earnings
		農場収入	第2次(経営者, 農場)所得 (4)	Farm income
第3次経営体 { 家族 (経営者+その他家族) —	第3次(家族)経営費 (第1次経営費+農場資本利子)	農場粗収入	第3次(家族)稼得 (5)	Family Labor earnings
		農場収入	第3次(家族)所得 (6)	Family Labor income
第4次経営体 { 経営者 —	第4次(経営者)経営費 (第1次経営費+家族労働+農場資本利子)	農場粗収入	第4次(経営者)稼得 (7)	Labor earnings
		農場収入	第4次(経営者)所得 (8)	Labor income

ここで、収益概念の相違もさることながら我々は経営目標の相違を明確にするため、経営費概念ひいては経営体概念の相違を主体に考え、沢村教授が農場資本として一つにとらえているものを自作地、借入地、自己資本、他人資本と分けて、純収益概念の相違をつぎのように図示した。



第3章 技術の評価

農業生産過程は物的生産過程と価値的生産過程の両面をもっているわけであるが、この価値過程の評価の立場に狭義の経済的視点と経営経済的視点がある。

狭義の経済的視点といわれるものは投入量と産出量を価値関係としてとらえ比較、評価するというにすぎないが、経営経済的視点とは「単に技術的關係あるいは物的生産過程の支出—収入関係を問題とするに止まらず経営全体の収益最大という目標に照して個々の技術過程の経済的評価を行なうことを意味する⁵⁾」したがって特定の技術の経営経済的評価は、経営組織、経営目標、経営条件なかんづく制約資源の相違はその評価に大きく影響し、狭義での一般性は持ちえない。

したがって「特定の技術を経営経済的に評価するためには、まず投入—産出という技術的關係としてとらえ、しかるのちに価値的尺度により経済的評価を行ない、ついで特定の組織体とその目的函数とを前提とし稀少諸資源の同時的考慮の下で、経営経済的評価を行なうという順序を辿る⁵⁾」ことになる。

しかし具体的に技術の評価方法を適用する段階になれば狭義の経済的評価と経営経済的評価とは判然と区別されるものでもなく評価方法としても両者共通して使える分析法が存在する。

第4章 農業技術の経済的評価法

前章における二つの視点の相違は農業という産業を対象とする農業経済学の立場からの技術の評価と個別経営を対象とする農業経営学の立場からの技術の評価とにおおよそ対応すると思われる。

ここで技術の経済学的評価法についてみると大略つぎのように分けられる。

- (1) 生産要素、特に労働または土地当りの生産性すなわち平均生産力でみる場合

例えば

$$\frac{Y}{N}; \text{労働の生産性}$$

$$\frac{Y}{L}; \text{土地の生産性}$$

$$\frac{Y}{K}; \text{資本効率}$$

但し Y; 所得 (又は純収益) N; 労働 L; 土地 K; 資本

- (2) 生産函数を規定する要因としてみる場合で技術が変化すれば生産函数のシフトが起るとするもの。

ある生産函数を $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ とすれば、これが技術の変化により $f'(x_1, x_2, \dots, x_n)$ となる。

但し y; 生産物量 (又は価額)

x_1, x_2, \dots, x_n ; 各生産要素量

- (3) 生産物単位量に含まれる生産要素の量すなわち生産係数を規定する要因として技術を考える。

$$\frac{x_1}{Y}, \frac{x_2}{Y}, \dots, \frac{x_n}{Y} \dots \text{平均的生産係数}$$

- (4) 経営体を構成する生産要素の比率いわゆる要素比率でみる場合で、例えば経営集約度はその一つで、

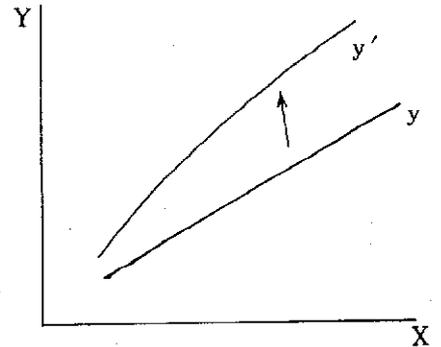
$$\frac{N}{L}; \text{労働集約度}$$

$$\frac{K}{L}; \text{資本集約度}$$

一般的に技術の働きが自然 (土地) と労働とを本源的要素とし、この二つを資本によって代替することにあると理解すれば、

$$\frac{K}{N+K}; \text{資本構成}$$

$$\frac{K}{N}; \text{資本装備率が重要となる。}$$



第5章 農業技術の経営的評価

農業技術の経営的効果としては一般的に増産効果、資源節約効果、生産安定効果等が考えられているが、これらは経済的、経営的に共通にみられる効果である。経営的効果を考える場合に、最終的経営成果に対する効果だけでなく、経営体の中での中間目標に対する効果の評価を行ない、最終目標—中間目標—技術間の関連性を同時に明らかにする必要がある。

つぎに経営的評価法として特有のものというわけではないが、限界分析法による技術の評価および線型計画法による技術の評価について概略を考察し、その意義と問題点を考察してみる。

1) 限界分析法による技術の評価

限界分析法あるいは生産函数分析は主として生産要素の経営目標に対する貢献度の定量的分析法として用いられ、理論的にも整備されている。

限界分析法の概要をみると、

まず、生産技術は投入量と産出量 (あるいは生産物と生産要素) の間の函数関係としてとらえられる。

一般の生産函数は多生産要素の投入と一生産物の産出の関係を表わし、

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad Y: \text{産出量} \quad x; \text{投入量}$$

今、特定の要素 (x_1 , 以外の要素) を固定した場合は

$$Y = f(x_1/x_2, x_3, \dots, x_n) \text{ と表わす}$$

以上は投入量—産出量間の関係であるが、限界分析においては、投入量間、産出量—産出量間の関係をも

同時に問題とする。

ここでダグラス型生産函数

$$P = bL^\alpha C^\beta \dots (1) \quad P; \text{生産量 } L; \text{労働 } C; \text{資本}$$

が確定されたとすると

$$\log P = \log b + \alpha \cdot \log L + \beta \log C$$

LおよびCで偏微分すれば

$$\frac{1}{P} \cdot \frac{dP}{dL} = \alpha \cdot \frac{1}{L} \dots (2)$$

$$\frac{1}{P} \cdot \frac{dP}{dC} = \beta \cdot \frac{1}{C} \dots (3)$$

(2), (3)式から労働および資本の限界生産力がつぎのように算定できる。

$$\frac{dP}{dL} = \alpha \frac{P}{L} \quad \frac{dP}{dC} = \beta \frac{P}{C}$$

したがって、労働および資本の生産物に対する貢献度はそれぞれの投下量とそれぞれの限界生産力の積として与えられる。

$$L \cdot \frac{dP}{dL} \quad \text{および} \quad C \cdot \frac{dP}{dC}$$

つぎに、投入—産出、投入—投入、産出—産出間の経済的に効率的な結合のための条件についてみると、

a) 投入産出の最適決定

生産函数が $Y = f(x_1 | x_2 \dots x_n)$ のとき一般的には、

y_j ; 各生産物の産出量

p_j ; 各生産物の価格

x_i ; 各生産要素の投入量

c_i ; 各生産要素の価格 とすると

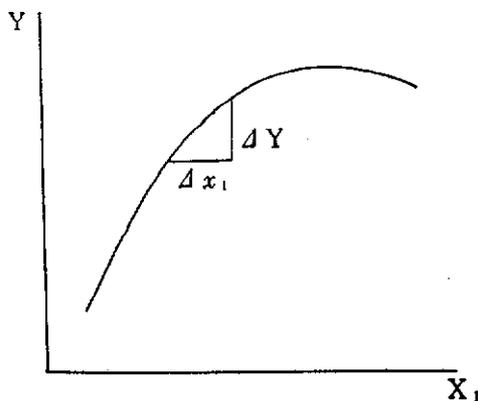
$$\text{収入} = \sum_{j=1}^m P_j y_j = P_1 y_1 + P_2 y_2 + \dots + P_m y_m$$

$$\text{費用} = \sum_{i=1}^n c_i x_i = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$$

$$\text{純収益} = \sum_{j=1}^m P_j y_j - \sum_{i=1}^n c_i x_i$$

生産物は1種類で、一生産要素のみ可変的であるとすると収入は $P_1 y_1$ となり、費用も $c_2 x_2$ 以下は産出量に関係ない固定費となる。固定費をFCとして表わし、Cを可変的な生産要素の価格、Pを生産物価格とすると

$$\text{純収益} = P y - c x_1 - FC \quad \text{となる。}$$



生産要素の利用は純収益の最大を規定する選択指標に決定され

$$\text{限界収入} = \text{限界支出}$$

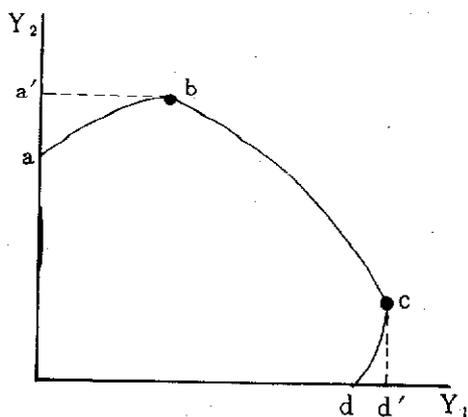
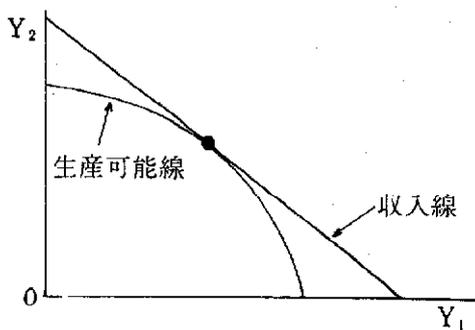
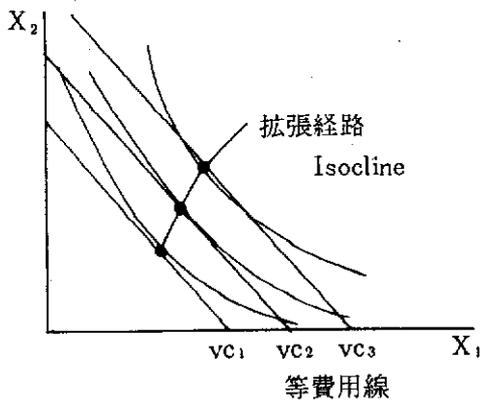
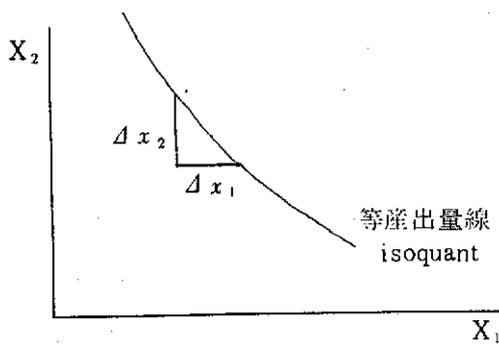
すなわち $c dx = P dy$ あるいは $\Delta y / \Delta x = c/P$ 。 $\Delta y / \Delta x$ は限界変形率といわれるものであるから、限界変形率が価格比に等しいときである。

なぜなら限界生産性がなめらかに逡減する範囲内で、先の純収益 $= P y - c x_1 - FC$ を x_1 について微分したものが0となる点として与えられる。

$$P \cdot \frac{dy}{dx_1} - c = 0 \quad \therefore \frac{dy}{dx_1} = \frac{c}{P}$$

b) 投入相互の最適決定

一定量の生産物を得るための二つの要素の組合せは多数あり、 $Y = f(x_1, x_2)$ あるいは多生産要素のう



ち二つの生産要素を可変とすると

$$Y = f(x_1, x_2 | x_3 \dots x_n)$$

この問題は生産函数の制約と費用一定という制約のもとに純収益を最大にする問題であり、このとき総費用

$$TC = c_1x_1 + c_2x_2 + \sum_{i=3}^n c_ix_i \text{ となり } \sum_{i=3}^n c_ix_i \text{ は固定費と考えられる。}$$

又変動費 $VC = c_1x_1 + c_2x_2$ は一定であり、つぎのように変形できる。

$$x_2 = -c_1/c_2 \cdot x_1 + VC/c_2$$

これを x_1 について微分すれば $\frac{dx_2}{dx_1} = -\frac{c_1}{c_2}$ となり、上式の成立する点が最適の組合せとなる。

すなわち限界代替率が要素価格逆比に等しい点である。

c) 産出相互の最適決定

一定量の資源を使って二つの生産物を作る場合、二つの生産物をどれだけずつ作るのが最も経済的かという問題である。ここでは一生産物、二生産要素のモデルを考えると

Y_1 と Y_2 の間には $Y_2 = f(Y_1)$ の関係が生じ、収入線は $\pi = P_1Y_1 + P_2Y_2$ または $Y_2 = -P_1/P_2 \cdot Y_1 + \pi/P_2$ 上図の収入線と生産可能線との接点であり $\frac{dY_2}{dY_1} = -P_1/P_2$ となる

点すなわち変換率が価格の逆比に等しい点が最適点となる。

変換率とは一つの生産物 Y_1 の産出を ΔY_1 だけ変化させることによって起る他の生産物 Y_2 の比 $-\frac{\Delta Y_2}{\Delta Y_1}$ である。

競合関係では変換率は正

補完関係では変換率は負

補合関係では変換率はゼロ

上図のような変換曲線の場合

bc.....競合関係

ab・cd.....補完関係

a'b・cd'.....補合関係

である。

限界生産性がなめらかに逓減する生産函数を前提とした最適点では

a) $\Delta Y/\Delta x = c/P$ b) $\frac{bx_2}{ax_1} = -\frac{c_1}{c_2}$

c) $\frac{dY_2}{dY_1} = -P_1/P_2$ が同時に成立している。

生産函数分析法を用いた評価法の問題点

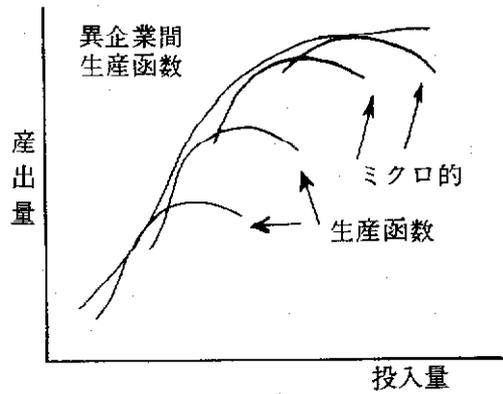
生産函数分析あるいは限界分析法を用いての技術の評価については、先ず連続した微分可能な生産函数そのものを確定

するための基礎的資料を得にくい点が第一であるが、その他にも次のような問題点が考えられる。

- 1) 限界生産力の均等をはかるためには各生産要素の mobility を考える長期的な改善方向しか見出しえない。
- 2) 農業経営調査から求めた生産函数は異企業間生産函数であり、ミクロ的生产函数とは異なり、ミクロ

的生産函数の確定のためには実験を通じての技術的資料の蒐集を必要とする。

- 3) 生産要素の Capacity の相違があり、質的相違があるが、これらを考慮することは難しい。
- 4) 特定の経営部門、経営方式の収益性の検討には役立つが、経営全体の収益性の検討は難しい。
- 5) 生産要因間に補完関係が存在する場合は、線型重合の問題を生じ各生産要因の効果を不分明ならしめる。
- 6) 生産要因を多くとることは計算上の困難性を増す。



2) 線型計画法利用による技術の評価

まず線型計画法の理論を簡単に紹介する。

ある農家においてA、B 2種の生産要素を各々10トン、20トンを使用して、3種類の生産物 X_1 、 X_2 、 X_3 を生産しているとする。

	X_1	X_2	X_3	制 限 量
A	2トン	1.6トン	1トン	10トン
B	1	4	2	20
利益/トン	2万円	3万円	2.5万円	

上表は各生産物を1トン作るのに必要な各生産要素の量および生産物1トン当りの利益を示している。このとき最大利益を得るための生産計画を求めると、生産物 X_1 、 X_2 、 X_3 の生産量をそれぞれ x_1 、 x_2 、 x_3 とするとこれらを生産するために必要な投入量、すなわち生産要素の総量は

$$A; 2x_1 + 1.6x_2 + x_3$$

$$B; x_1 + 4x_2 + 2x_3 \text{ であり}$$

これらが制限量以下であるという関係、すなわち「制約条件」はつぎのようになる。

$$2x_1 + 1.6x_2 + x_3 \leq 10$$

$$x_1 + 4x_2 + 2x_3 \leq 20 \quad (1)$$

つぎに計画の目的となる量はこの場合利益であるが、それは

$$Z = 2x_1 + 3x_2 + 2.5x_3 \quad (2)$$

であり、これは目的函数あるいは総利益であるから利益函数と呼ばれる式であり結局問題は(1)式の制約条件のもとで利益函数(2)式を最大にする x_1 、 x_2 、 x_3 を求めるという数学の問題に帰着する。

線型計画法においては生産物を生産するための生産要素の結合関係でもって生産方法あるいは技術を定義することができるが、各生産部門の生産方法を生産プロセスあるいはアクティビティとして把握し、一つの基準生産プロセスを一つのベクトルとして表現する。したがって同一生産部門に属し、同じ種類の生産物を産出するやり方であっても、その生産方法が異なれば異なる種類の生産プロセス、あるいは生産アクティビティとして表わされる。

又線型計画法を適用する前提としていくつかの仮定がなされている。

1) 線型ないし比例性

先の表の数字は各プロセスの単位レベル当りのファクターの消費量を示してあるということは「ファクターの消費量はレベルに比例している」という仮定が使われている。

同じことは利益について言え、利益の内容も通常比例利益のみがあげられる。

2) 独立性

これは各プロセス間になんら関連がないという仮定である。但し一定のファクターを各プロセスが互に分け合っているという関連は別である。例えば X_1 の生産のレベルを上げると X_2 の生産条件が変わるといふようなことはない。

3) 等質性

1つの不特式におけるファクターはどのプロセスに対しても同じ能力を持つという仮定である。

4) 可分性

これはプロセスのレベルが整数でなくとも良いという仮定である。解となるべき生産量は直線上の点で示されるが、この点は散在しているのではなく連続していることを前提とする。

5) 加算性

各プロセスのファクターの消費量、および各プロセスの利益は各々加えて総量を出すことができるという仮定である。

線型計画法の理論を一般化すればつぎのようになる。

今 n 個のプロセス P_1, P_2, \dots, P_n があり、各々のレベルを x_1, x_2, \dots, x_n とし、これが K 個のファクター F_1, F_2, \dots, F_k を消費するものとし、その制限量は S_1, S_2, \dots, S_k であるとする。技術係数 a_{ij} は P プロセスの単位レベルによって消費される F_i の量を表わすものとする。このとき、

$$\left. \begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &\leq S_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &\leq S_2 \\ \dots &\dots \\ a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{kn}x_n &\leq S_n \\ x_1, x_2, \dots, x_n &\geq 0 \end{aligned} \right\} (1)$$

という制約条件が成立つ、また各プロセスの単位レベル当りの利益を V_1, V_2, \dots, V_n とすると利益関数は

$$Z = V_1x_1 + V_2x_2 + \dots + V_nx_n \quad (2)$$

となり(2)を(1)の下で最大にするという問題になる。

これが線型計画法の一般形である。

また P_1, P_2, \dots, P_n をベクトルで表わすと、

$$P_1 = \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ \vdots \\ a_{k1} \end{pmatrix} \quad P_j = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_k \end{pmatrix} \quad P_n = \begin{pmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ \vdots \\ a_{kn} \end{pmatrix} \quad S = \begin{pmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_n \end{pmatrix}$$

となり(1)式は

$$x_1P_1 + x_2P_2 + \dots + x_nP_n \leq S$$

(1)式は不等式であるので取扱を簡単にするために新しい正の変数 $x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_{n+k}$ を考え等式化する

$$\left. \begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + x_{n+1} &= S_1 \\ \dots &\dots \\ a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{kn}x_n + x_{n+k} &= S_k \end{aligned} \right\}$$

$$P_{n+1} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} \quad P_{n+2} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} \quad P_{n+k} = \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$x_1P_1 + x_2P_2 + \dots + x_nP_n + x_{n+1}P_{n+1} + \dots + x_{n+k}P_{n+k} = S$$

のもとに Z を最大にする x_1, \dots, x_n を求める問題となる。

さらに行列表現を用いて表わすと、

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k1} & a_{k2} & \cdots & a_{kn} \end{pmatrix} \quad X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \\ \vdots \\ x_{n+k} \end{pmatrix} \quad E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cdots \\ 0 & 1 & \\ \vdots & & \ddots \\ & & & 1 \end{pmatrix} \quad V = \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_n \\ \vdots \\ V_{n+k} \end{pmatrix}$$

とすると

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} & 1 \\ a_{21} & \cdots & a_{2n} & \\ \vdots & & \vdots & \\ a_{k1} & \cdots & a_{kn} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \\ \vdots \\ x_{n+k} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_k \end{pmatrix}$$

利益函数は

$$[V_1 V_2 \cdots V_n V_{n+1} \cdots V_{n+k}] \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \\ \vdots \\ x_{k+1} \\ \vdots \\ x_{n+k} \end{pmatrix}$$

$BX = S$ 但し、 $B = [AE]$ という条件のもとに VX を最大にするという問題である。

線型計画法による農業技術の経営的評価

線型計画法においては技術あるいは一つの生産方法を生産要素の結合関係として生産プロセスあるいは、生産アクティビティとして表現するが、技術の評価としては、1)生産プロセスの経営的評価、2)生産プロセス組織方法の経営的評価、3)生産要素の経営的評価が考えられる。

1) 生産プロセスの経営的評価

技術的に採用可能な生産プロセスが与えられたときに、その生産プロセスを採用することが経営的に有利であるかどうか、又そのプロセスをどの位の水準で採用するのが良いのかということを経営目標に対する貢献度で測定すること、即ち新たな生産プロセスを加えた生産組織の純収益総額の変化としてとらえられる。具体的方法としては与件変化計画法等を適用することによって評価できる。

2) 生産プロセス組織方法の経営的評価

経営条件が等しい場合におけるプロセスの組合せ相互間の有利性を経営目標に対する貢献度を測定することによって、即ち純収益総額の変化によって評価する。

3) 生産要素の経営的評価

これは制約要素の経営目標に対する貢献度をその限界純収益力によって判定するものであり、その制約要素に対応する遊休プロセスの simplex 判別基準 ($Z - C$) 行の値、すなわち限界純収益係数の値として評価される。

生産要素を外部から調達できる場合には生産要素調達プロセスを設定することによってその評価を可能にする。

線型計画法を利用した農業技術の経営的評価の問題点

先にみた生産函数分析による評価がかなり特定の経営部門なり、経営方式内での評価に主体があったのに対し、線型計画法利用の場合は経営全体からの総合的な評価を常に可能にしている点が大きな特徴である。

又、生産資源に始めから残量を許しうることは、限界分析に比べ、より現実的であると思われる。

一方線型計画法の場合、その計算の前提になっている諸仮定（直線性、可分性、独立性、加法性）について現実的なものであるかどうか、常に留意しておく必要がある。

又、線型計画法そのものが短期的視点に立った理論であるところから、多年次にわたる評価を可能にするためには固定財用役プロセスを加えるだけでなく、多段階型計画法の利用が必要である。

又、不確定要因を含む場合には Risk Programing の必要性も出てくる。

3) 限界分析法と線型計画法の関連性

古典学派以来生産問題の分析には伝統的に生産函数分析あるいは限界理論が用いられて来ている。

先に農業技術の評価のための生産函数分析と線型計画法の利用についてみたが、我々には、この両者の分析法の関係が明らかでなく、両者で各々出された評価の結果についても、その関連性、位置づけが明らかでない。

したがって我々はこの節では二つの分析方法の統一的な位置づけを試みたい。

そのために、主として古谷弘著「現代経済学——生産分析¹⁾」の推論を跡づけることによってそれをはたそうと思う。

先ず Linear Programing を含めた activity analysis と限界分析との諸概念の対応関係をつぎに示す。

項 目	分 析 法	activity analysis	限 界 分 析
生産技術のとらえ方		有効点集合 生産可能点を財空間の点として表現し、ベクトル量 (activity) として表わされる	生産函数 投入量と産出量との函数関係として表現
前 提 条 件		分割可能性 加 法 性 直 線 性	微分可能性 (連続性)
方 程 式 体 系 最 適 基 準		不等式体系を含む 価格ベクトル	等式体系 共通接線の勾配

生産技術の表現

いわゆる activity analysis においては生産技術は投入量と産出量を示す一組の数値によって表現される。

生産の activity

一つの生産技術において産出される財の種類を $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ その産出量をプラスの数で x_1, x_2, \dots, x_n とし投入される財の種類を V_1, V_2, \dots, V_r その投入量をマイナスの数で $-V_1, -V_2, \dots, -V_r$ とすると $\{x_1, x_2, \dots, x_n, -V_1, -V_2, \dots, -V_r\}$ が技術を示す一組の数値であり、生産の activity とよび、投入、産出の各財をそれぞれ座標軸にとった座標空間の一点 (生産点) を示す。 ($\{ \}$ は列ベクトルを表わす)

activity の分割可能性と加法性

activity の分割可能性を前提とすることは与えられた生産点をベクトル量として加減乗除を可能とすることであり、右図のように A_1, A_2 が生産可能点として与えられ分割可能性と加法性が前提とされると生産可能領域は点を打った領域に拡大される。

以上のことがいえる背景としては、この技術は生産スケールについて収穫不変であることは明らかである。

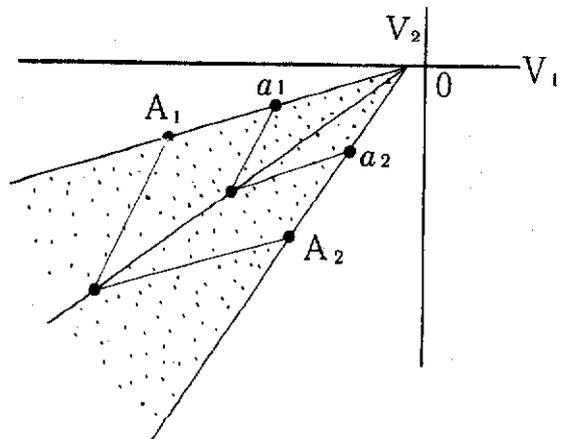
規準 activity

activity の一単位を定めるには activity を表わす財の中から任意の一つをえらび、その単位量を基準とする。

例えば $\{x, -V_1, -V_2\}$ を産出量 X を基準とする activity で表わすと $\left\{1 - \frac{V_1}{x} - \frac{V_2}{x}\right\}$ となる。

処分の activity

ある財について、その財のみが投入量としてあつかわれ、他のいかなる財も産出量としてあらわれない



activity として示れる。例えば X について $\{-1, 0, 0\}$, V_1 について $\{0, -1, 0\}$, V_2 について $\{0, 0, -1\}$

左図では点を打った領域が全て X を 1 単位生む生産要素の組合せを示すこととなる。(A₁, A₂, A₃, A₄ は X1 単位を生む等産出量点) それは X1 単位を生むに必要以上の要素は処分してしまうと考えればよい。

Linear Programming における simplex 計算形式の Slag Vector は経済学的には処分の activity と解釈される。

生産要素に利用可能量の制約がある場合の生産可能領域

一生産物, 二生産要素のときは次図にみるように OT₁ が V₁ の利用可能限度 OT₂ が V₂ の利用可能限度となる。

生産の有効性

純生産物としてはその産出量が多ければ多い程望ましく, 基本的生産要素としては, その投入量は少なければ少ない程望ましいような財を「欲求された財」と定義し, 投入量はマイナスの数として取扱うようにすれば絶対量として小さくなるということは代数的には増加することになる。「欲求された財」とはその増加が望ましい財であると一元的に考えてよく, 生産有効点とは「欲求された財」空間の中での Vector の最大である点と定義される。

そのため有効点は境界点でなければならず, 有効点集合である境界を生産のフロンティア (Production frontier) という。

有効点集合である生産のフロンティアは activity の数が増加するにしたがって, 折線からスムーズな曲線に接近する可能性が考えられる。したがって有効点集合は伝統的理論の生産分析において出発点におかれていた生産函数に対応する位置を占めると考えてよい。

伝統的経済理論における生産分析の出発点は, 投入産出の技術的關係を示す微分可能な一つの函数である。

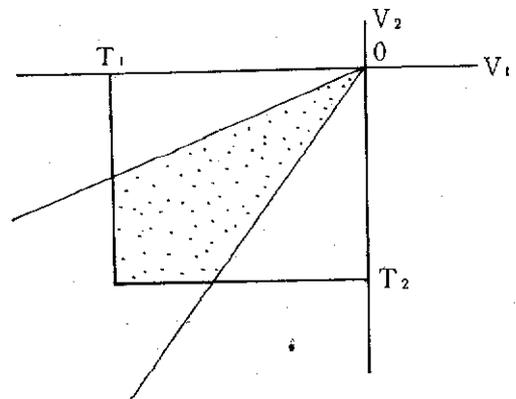
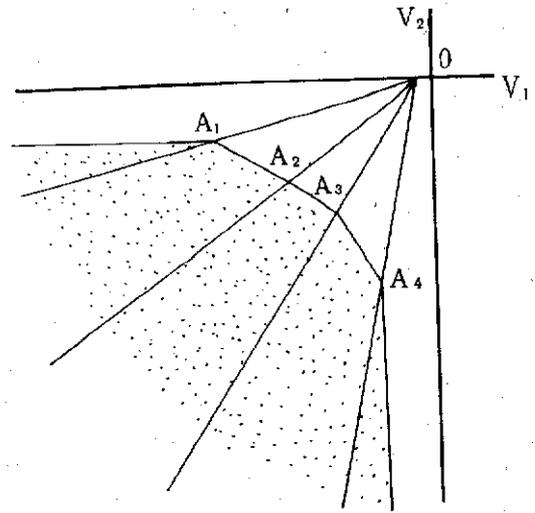
その函数は一般的には生産物 X_i (i = 1 …… n) の産出量を x_i

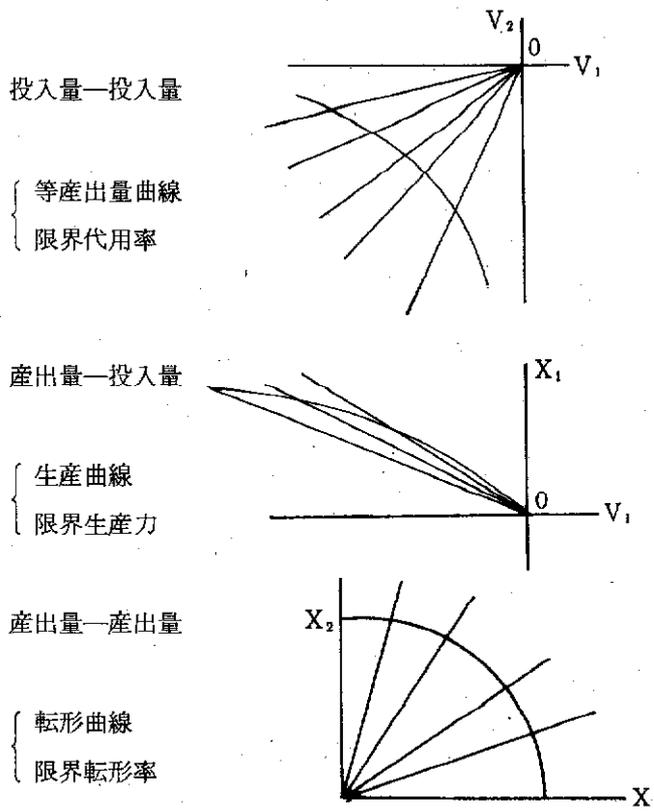
生産要素 V_j (j = 1 …… r) の投入量を V_j とする時

$f(x_1, x_2, \dots, x_n, V_1, V_2, \dots, V_r) = 0$ と置かれ結合生産物が存在しない場合は

$x = g(V_1, V_2, \dots, V_r)$ と置かれこれを生産函数とする。

二次元で例示すると (産出量はプラスの象限, 投入量はマイナスの象限にとる





左図にみられるように伝統的理論におけ生産函数は基礎的 activity が適当な範囲において充分に多く存在する場合の生産等量域の有効なフロンティアと考えられる。

限界生産力, 限界代用率, 限界転形率などの限界比率の相互間の関係をみる。

結合生産の存在しない二最終生産物 X, Y, 二基本的生産要素 L, T, 二経済単位のモデルを考える。二つの単位を I II とする。

$$I \text{ の生産函数 } x_1 = f_1(L_{1x}, t_{1x})$$

$$y_1 = g_1(L_{1y}, t_{1y})$$

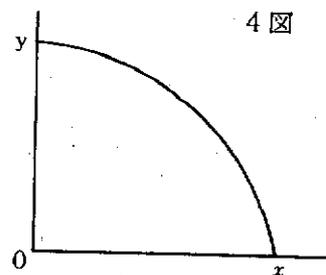
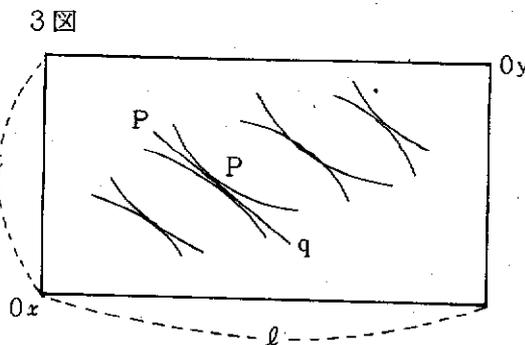
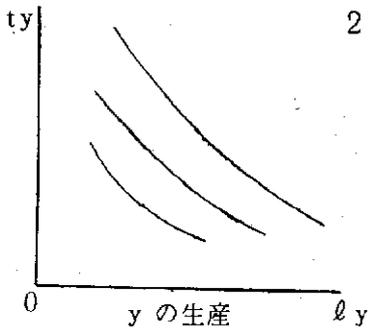
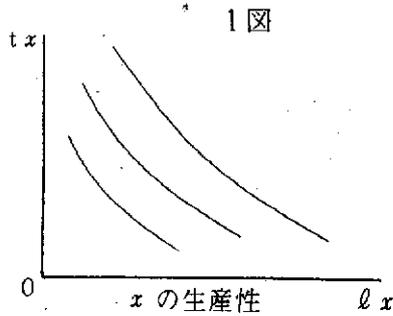
$$II \text{ の生産函数 } x_2 = f_2(L_{2x}, t_{2x})$$

$$y_2 = g_2(L_{2y}, t_{2y})$$

生産要素はそれぞれの単位に一定量だけ与えられ $\bar{l}_1, t_{11}, \bar{l}_2, t_{22}$ で示し, 単位間では移動不可能とする。

各要素が全部用いられている時は,

$$l_{1x} + l_{1y} = \bar{l}_1, t_{1x} + t_{1y} = \bar{t}_1; l_{2x} + l_{2y} = \bar{l}_2, t_{2x} + t_{2y} = \bar{t}_2$$



経済全体が二つの生産単位から成っているとき, 全体の $x = x_1 + x_2$

$y = y_1 + y_2$ の生産可能点のフロンティアは向いあう二つの転形曲線を相切させながら I のそれを固定し, II のそれを移動させた時の後者の原点のえがく軌跡によってあらわされる。

Pq……共通接線

x, y, l, t について有効価格を P_x, P_y, P_l, P_t とすると

$$\text{技術的限界生産力は } \frac{df}{dl} = f_l \quad \frac{df}{dt} = f_t \quad \frac{dg}{dl} = g_l \quad \frac{dg}{dt} = g_t$$

3 図の P における関係は

$$\frac{P\ell}{Pt} = \frac{f\ell}{ft} = \frac{g\ell}{gt}$$

投入量-産出量の関係について有効なフロンティア-は

$$\frac{P\ell}{Px} = f\ell \quad \frac{Pt}{Px} = ft \quad \frac{P\ell}{Py} = g\ell \quad \frac{Pt}{Py} = gt$$

∴ 同一産業内では

$$Px = \frac{P\ell}{f\ell} = \frac{Pt}{ft} ; Py = \frac{P\ell}{g\ell} = \frac{Pt}{gt}$$

異った産業間では

$$P\ell = Px \quad fx = Py \quad g\ell, \quad Pt = Px \quad fx = Py \quad gt$$

が成立している。

生産有効点におけるプラスの価格ベクトル

生産可能領域が凸集合であるとき、生産有効点は、その点を原点として座標を設けた場合その非負の象限にはその有効点以外の生産可能点が含まれないこととして定義される。その有効点における外向きの法線ベクトルはプラスのエレメントから成立し、逆に生産可能点においてそのようなベクトルが存在すれば、その点は無効点である。

この法線ベクトルが伝統的理論において生産函数にひかれた切線に則して定義された限界比率に対応するものであり、それがプラスのエレメントから成立することは、切線が右下りになることと照応している。

む す び

農業技術の経営的評価の方法論のうち特に定量的効果判定を可能にする理論的用具として生産函数分析法の利用と線型計画法の利用およびこの両者の理論の基本的概念についての関連性を問題にした。

この他の手法として定量的手法に限っても統計的分析法、パゼット法等検討すべき方法も残されている。

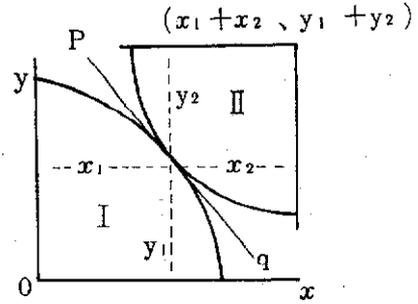
又農業生産においては土地、労働、資本の各生産要素は単独では生産過程において機能しえず、三者が技術体系のもとで有機的に結びつけられて始めて生産が行なわれる。

従って単一の生産要素の生産過程における効果を測定することは困難性が多いし、経営内における資本の有機的構成が著しく高まってきている現状からすれば、当然のことながら資本効率の測定についても十分な検討が必要と思われる。

又、新技術の入りうる経営条件についての検討をも技術の評価の中に含ましめれば、つぎのような項目についての検討が必要であろう。 1. 階層性 2. 地域性 3. 生産技術 4. 労働力 5. 土地条件 6. 資金 7. 価格条件

引 用 文 献

- 1) 古谷 弘 1957 現代経済学—生産分析—弘文堂 5—98
- 2) 磯辺秀俊他編 1953 農業経営ハンドブック上巻 産業図書 2—3
- 3) 阿部広雄 1967 酪農の技術体系, 農林省農林水産技術会議編, 農業技術の経営的評価 97
- 4) 沢村東平 1967 東京農業大学, 農場経営学 14
- 5) 天間 征 1966 明文書房, 定量分析による農業経営学 10—11
- 6) 土屋圭三 1962 勁草書房, 農業経済の計量分析 25—26
- 7) 矢島 武 1964 明文書房, 現代の農業経営学 16—21



Summary

Studies on the Economical Evaluation of Agricultural Technics

Shigeru KANAYAMA and Kazuo SAKASHITA

1. The purpose of this study was to examine and to build an appraisal method in farm business on the newly developed technics of agriculture.
2. The concept of technics to be appraised was defined prior to their appraisal.
3. Special attention was given to the objects in farm business which were based on the appraisal first, and then the difference of the objects in farm business was made clear according to the developmental stages of farm business.
4. The difference of economic appraisal and appraisal from the point of view of farm business was examined. The outline of linear programming method and marginal analysis as quantitative analysis were made clear.
5. Finally an attempt to understand the relation between the linear programming and marginal analysis was made systematically by activity analysis.