

酪農における投資計画策定のコンピューター・システム

山中, 守
九州大学農学部農業計算学教室

土屋, 圭造
九州大学農学部農業計算学教室

<https://doi.org/10.15017/23249>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 32 (2/3), pp.65-86, 1977-12. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：



酪農における投資計画策定の コンピューター・システム

山中 守・土屋 圭 造

九州大学農学部農業計算学教室

(1977年7月14日受理)

Computer System for Investment Planning on Dairy Farm

MAMORU YAMANAKA and KEIZO TSUCHIYA

Seminar of Econometric Analysis in Agriculture, Faculty
of Agriculture, Kyushu University 46-07, Fukuoka 812

1. 緒 言

酪農の投資計画にはいくつかの代替案がある。代替案を構成する要素として、成牛の購入、畜舎の建築等による固定資本の順次拡大要素と、それにともなう労働力の雇用、畑の購入、水田の飼料畑への転換等の諸要素がある。各要素の組合わせにより、可能な複数の代替案が考えられる。各代替案を比較・検討し、最適な投資計画を決定するプロセスは重要である。本稿では最適投資計画を選択・決定するシステムについて考察する。システムの基本概念はPPBS (Planning-Programming-Budgeting System) とシステム概念である。中心的な分析手法として、線型計画法と費用便益分析を応用している。

以上の基本概念をもとにして開発したシステム(投資計画策定のためのサポーティング・システム)を熊本県の酪農投資計画に適用した。システムの基本構想および分析結果については順次明らかにしていく。まずシステム概念の規定を行う。

II. PPBS とシステムズ・アナリシス

システムズ・アナリシスとPPBSとは密接に関連しているが同義語ではない。PPBSは長期的計画策定と短期的予算編成とをプログラム作成を橋渡しとして

結びつけられている¹⁾。合衆国政府により本格的に適用されたのは1960年代に入ってからである(宮川訳, 1969)。わが国におけるPPBSの研究は1968年度から本格的に開始された(宮川ら, 1971)。PPBSの特徴として以下の3点を指摘することができる。(1)組織体の目的をできるだけ明確にし、その目的を達成するための代替案を長期的な視野から体系的に比較・検討する²⁾。(2)最も適切なプログラムの選択を行う。(3)環境条件その他の事態の変化に応じてそのプログラムを評価し、改訂してゆく³⁾。具体的には5つの目的がある。(1)精密で継続する目標を識別すること。(2)最も緊急な目標を選択すること。(3)最小費用で最大効果を上げる手段を見つけ出すこと。(4)1年後またはそれ以降の計画実施にともなう費用を知ること。(5)計画のパフォーマンスを計測すること。

また、今までの伝統的予算編成と比較して、主な相違点は以下の点である。前者がインプット依存型であるのに対し、後者はアウトプット(goal or objective)依存型である(Kelso, 1968)。しかし、PPBSは全く新しい手法であるのではなく、今までに開発された分析手法を体系的にまとめたものである。PPBSの1つのプロセスである計画策定で中心的な役割をはたしているのがシステムズ・アナリシスである。

システム概念を定義すると次のようになる。すなわ

¹⁾ 計画策定は、将来の行動のための一群の意思決定をつくり出すプロセスであり、最適手段で目標を達成することを目指している。また目標を達成するための代替案の評価・選択を行う。

²⁾ 代替案とは、ある目標を達成するための手段として選択の対象となる案である。

³⁾ このような分析を追証分析とよぶ。

ち、システムとは「ある共通の目的に奉仕する複数の構成要素と、それらの構成要素間のさまざまな相互依存関係から作られる1つの複合体」(経済企画庁経済研究所, 1969)である。またシステムは次の3つの要件をそなえていなければならない。(1) 複数の構成要素の集まりであること。(2) それらの構成要素は全体として、ある共通の目的(必ずしも1つとは限らない)をもつこと。(3) 構成要素の間には、目的の達成に関して個々の構成要素の働きの有効性が他の構成要素の働きに依存するという意味で相互依存的関係があること。システムとは常に、ある目的に沿って現実を抽象して構成されるものとしてのシステム・モデル(飯尾, 1972)である。システムを記号で示せば次のようになる。たとえばインプットが n 種類で、各々の状態値を $a_1, a_2, \dots, a_n$ とし、アウトプットが m 種類で、各々の状態値を $b_1, b_2, \dots, b_m$ とすれば、

$$X = (a_1, a_2, \dots, a_n)$$

$$Y = (b_1, b_2, \dots, b_m)$$

$$Y = T(X)$$

となる。 X はインプット・ベクトル、 Y はアウトプット・ベクトルである。また T は変換演算子(transformation operator)とよばれ、 X の状態が与えられ、 Y の状態が導き出される役割をもつ。具体的には、 T は関数や方程式の体系である。以上のように定義したシステムをとらえるとき、2つのとらえ方がある。1つは「入出力関係」に重点を置く場合である。これを「入出力モデル」によるシステム概念とする。他の1つは変換プロセスの構造に重点を置く場合である。これを「構造モデル」によるシステム概念とする。2つのアプローチは相互補完的であり、一方だけで完結するものではない。たとえばインプットとアウトプットの関連を分析する場合には「入出力モデル」で検討する方がよいし、また入出力関係がどのような社会階層構造、生産力構造によって行なわれているかを分析する場合は「構造モデル」が適している⁴⁾。システム化の論理を次のように抽象化することができる(児島, 1970)。(1) 行動主体(個人, 組織集団)と主体の活動基礎となる物的条件を要素とする集合“ T ”を考える。(2) 集合“ T ”の「行動目標」が設定される。たとえば地域農業の効率化、外国農産

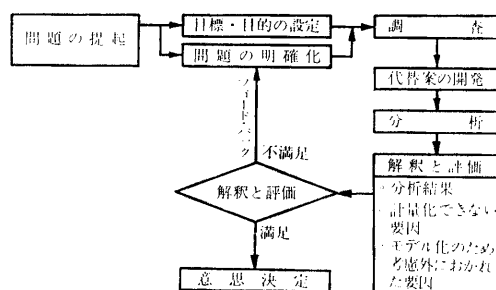


図1 システムズ・アナリシスのプロセス。

物市場で競争できるコスト水準などである。(3) 集合“ T ”に特定の指定された「関係」が設定される⁵⁾。関係は、(a) 集合における要素の配置(構造)を規定し、(b) この「構造」を変換機構とする「入出力関係」を規定する。(4) 以上の(1)~(3)の条件により「システム」が構成される。このシステムの効率が、最適あるいは満足水準に達するために入出力要素およびシステム状態は絶えず調整されねばならない。すなわちフィードバック機構を含むシステムを創ることが考えられる。

システム概念に基づく、より体系的な方法がシステムズ・アナリシスである。システムズ・アナリシスは経済分析の応用である。同時に、システムズ・アナリシスは複雑な問題を解決するために、意思決定者の目的を適確に定義し、代替案を体系的に比較・検討し、もし必要ならば、新しく代替案を開発することによって、意思決定者が最善の代替案を選択するための助けとなるように設計された体系的な方法である。図1に示すように、(1) 問題の明確化、(2) 調査、(3) 分析、(4) 解釈と評価の4つの循環的プロセスからなっている。特徴は、問題の明確化、すなわち目的が変化し得ることを前提にしておき、さらに不確実性、定量的および定性的分析、主観的判断、循環的プロセス、結論の実用性などを重視している点にある⁶⁾。しかしながら、システムズ・アナリシスを経済的社会的部門に適用するときには2重の意味で複雑になる。第1に、経済社会のメカニズムは極めて複雑であり、簡単にプログラムの有効度を把握することは難しい。システムズ・アナリシスは「非システムについてのシステムティ

⁴⁾ 「構造モデル」の詳しい説明は児島(1970)をみよ。

⁵⁾ 指定された関係とは、行動目標を達成するための最適基準に達する(あるいは満足基準に達する)効率をもつことが期待されるという意味である。

⁶⁾ システムズ・アナリシスとオペレーションズ・リサーチの関係については、宮川訳(1969)218-220, 314-315頁を参照せよ。

ックな思考方法」になりがちである。第2に、経済的社会的プログラムは目的のみならず手段の細部にいたるまで、種々の利害集団に関係しており、代替案の選択における政治のプロセスが極めて大きな比重をしめており、分析の役割の位置付けが困難になる(宮川ら1971)。システムズ・アナリシスの中で大きな比重を占めるのが代替案の選択基準の問題である。代替案の評価基準としては以下のものがある。(1) 便益費用比率。(2) 内部収益率。これは便益の現在価値と費用の現在価値を等しくする割引率を内部収益率といい、その高さで評価する。また現在価値とは、将来時点における価値を、何らかの割引率によって現在時点での価値に換算したものである。現在から t 期後における価値を V_t 、1期当たりの割引率を r とすれば、現在価値(V_0)は次式で表わされる。

$$V_0 = \sum_{n=1}^t \frac{V_n}{(1+r)^n}$$

(3) 投資利益率。これは(純便益)/(投資額)である。(4) 純現在価値。これは(便益の現在価値)-(費用の現在価値)である。(5) 純終価。これは(便益の終価)-(費用の終価)である。(6) 回収期間。

本稿では比較的多く利用されている費用便益分析について検討する⁷⁾。費用便益分析は計画の望ましさを⁸⁾、長期的または広い視野で費用および便益を見積ることにより評価する実際的な方法である。費用便益分析には長い歴史がある。特に、フランスでは1844年にJ. Dupuitの業績がある。これは経済学において最初の業績であろう。20世紀に入り合衆国で本格化した。しかし、R. J. Hammondによれば、初期においては経済理論を背景にしていなかった。近年にいたり費用便益分析は経済学者に興味をもたれはじめた。その理由として以下の3点を上げることができる(Prest and Turvey, 1965)。(1) 大規模投資の進行、(2) 公共部門の成長、(3) オペレーションズ・リサーチ、システムズ・アナリシスなどの分析手法の開発。さらに、コンピューター・シミュレーション技術の向上により、計画策定とか政策決定にとって有益な手法となってきた⁹⁾。しかし、費用便益分析は意思決定

の全過程の中で、有意義だがあまり目立たない役割を果たしている。実際は、大規模な長期的計画になると、意思決定の問題は主観的な判断に基づいて行われる。分析の主な役割は、この判断力を助けることにある。実際問題として、分析の結果がそのまま決定につながるような例はまずないであろう。定量化の分析過程では考慮に入れることが困難な多くの要素(たとえば政治的要素、心理的要素、社会的要素)が存在する。要するに、分析過程は分析の結果を考慮することにより、判断力をさらによくし、意思決定者を助ける方向に向けなければならない。費用便益分析の主目的は、決定を“下す”ことではなく、意思決定者の判断力を“鋭くする”ことである。適切な代替案を列举し、それぞれのもたらす効果を明らかにすることが重要なのである。また費用便益分析において、プロジェクトの評価を単に経済的効率性のみで評価することには問題がある。プロジェクトの目的は単に経済的効率だけにあるのではなく、経済的効率は主要な目的ではない場合も多いのである¹⁰⁾。

以上、システムズ・アナリシスの背景を整理し、検討してきた。図1に基づき、より具体的な手順を示せば次のようになる。まず問題の提起からはじまり、問題の明確化、目的の設定を行う。問題解決に必要な調査、代替案の開発・分析を行う。次のステップでは、問題に関連しているが計量化できない要因とか、分析手法上省略した要因も考慮し、分析結果の評価を行う。満足できない結果ならば、再び最初にフィードバックして再検討することになる。このようなループを繰り返しているうちに満足水準に達する結果が得られれば、その代替案を最適な計画案として採用し、意思決定するのである。以上のようにして問題を解決していく分析全体を総称してシステムズ・アナリシスとよぶ。システムズ・アナリシス自体は具体的な分析手法を示しているのではなく、提起された問題に応じて分析手法を検討し、構成してゆかねばならないのである。次にシステム概念に基づき、具体的に、酪農の投資計画のためのサポーティング・システムを検討する。

⁷⁾ 費用便益分析のサーベイ論文としては Margolis (1959) と Prest and Turvey (1965) がある。

⁸⁾ 費用便益分析と関連して、費用有効度分析がある。有効度とは、目的の達成度を金額以外の計量的尺度で表示したものである。

⁹⁾ 計画策定におけるコンピューター・シミュレーションの有効性については Hayenga *et al.* (1968) を参照せよ。

¹⁰⁾ たとえば, Maass (1966), 宮川 訳 (1969) 175-176 頁を参照せよ。

Ⅲ. 酪農投資計画のサポー ティング・システム

いくつかの酪農の投資計画が考えられている。投資計画の代替案の中から最適な計画を選択・決定するプロセスは重要である。PPBS の概念を基礎にして、まず線型計画法で各代替案の最適解を求め、次に費用便益分析で代替案相互間の比較・検討を行う。手法の関連図を示せば図 2 になる。資源配分の効率性の観点から、代替案の評価基準として純便益最大をとる。同じ貨幣単位で表現できるものとして、投資 (I) の関数で定義される便益および費用曲線をそれぞれ $B(I)$ 、 $C(I)$ とすれば、純便益は $B(I) - C(I)$ で表わせる。純便益を最大にするには、I で微分し、0 とおく。

$$\frac{d(B(I) - C(I))}{dI} = 0$$

すなわち、

$$\frac{dB(I)}{dI} = \frac{dC(I)}{dI}$$

となり限界便益＝限界費用となる。結局、純便益を最大にするためには、限界便益と限界費用が等しくなるような I の投資をすればよいことになる。費用曲線 $C(I)$ と便益曲線 $B(I)$ より、I を消去すると費用便益曲線を得ることができる (図 3 参照)。いま A_1 と A_2 の 2 つの代替案を仮定する。各代替案の費用便益曲線と傾き 1 (45°) の 1 次曲線が接するとき、その曲線の Y 軸の切片が純便益を示すことになる。すなわち切片の値は純便益の最大値を示している。図 3 で、代替案 A_1 に $(C_2 - C_1)$ 追加投資すれば、便益が $(B_2 - B_1)$ 増加する。 A_1 と A_3 を比較すると、費用が $(C_2 - C_1)$ 増加しているのに対し、便益は $(B_3 - B_1)$ 増加しているにすぎない。これらの評価基準に限界費用便益比率を用いる。 $(B_2 - B_1) / (C_2 - C_1)$ は限界費用便益比率を示すことになる。限界費用便益比率を検討することにより、代替案相互の比較が可能になる。特に、限界費用便益比率が 1 より大きいかが重要な意味をもつ。分析手順をフローチャートで示せば図 4 になる。まず最初の投資計画を想定する。第 2 に生産技術をあらわす投入産出表を作成する。作成時には畜産試験場の試験成績、農業改良普及員、すぐれた酪農家の経験を参考にする。第 3 に規模拡大の制限条件である固定資本、農繁期の労働力、飼料畑等の制限要因を発見する。第 4 に与件条件のもとでの線型計画法

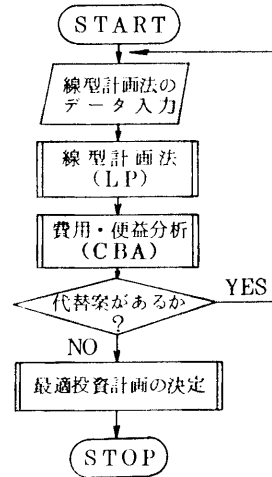


図 2. 手法の関連図。

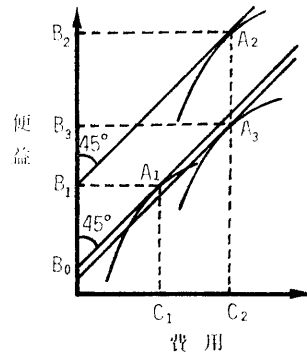


図 3. 費用便益曲線。

を用いて、収益 (所得 + プロセスに比例しない減価償却費) 最大となる最適規模を発見する。第 5 に最適規模の経営条件下で得られる数年間にわたる便益 (B) と費用 (C) を推計し、費用便益比率を計算する。ここでいう費用便益比率とは、将来発生する便益と費用を現在時点に割引いて (現在価値)、それぞれの比率を求めたものである。費用便益分析では、線型計画法で求めた目的関数値および最適解と外生的に与えられた割引率 (5%)、耐用年数 (6 年) が必要である。固定財投資額、固定財投資額の残存価値、流動財投資額の計算に必要な諸係数は外生的に与えられなければならない。便益および費用の一般式は以下のようなる。

まず線型計画法で目的関数値と最適解を求める。m 個の連立 1 次不等式 (制約式) と、

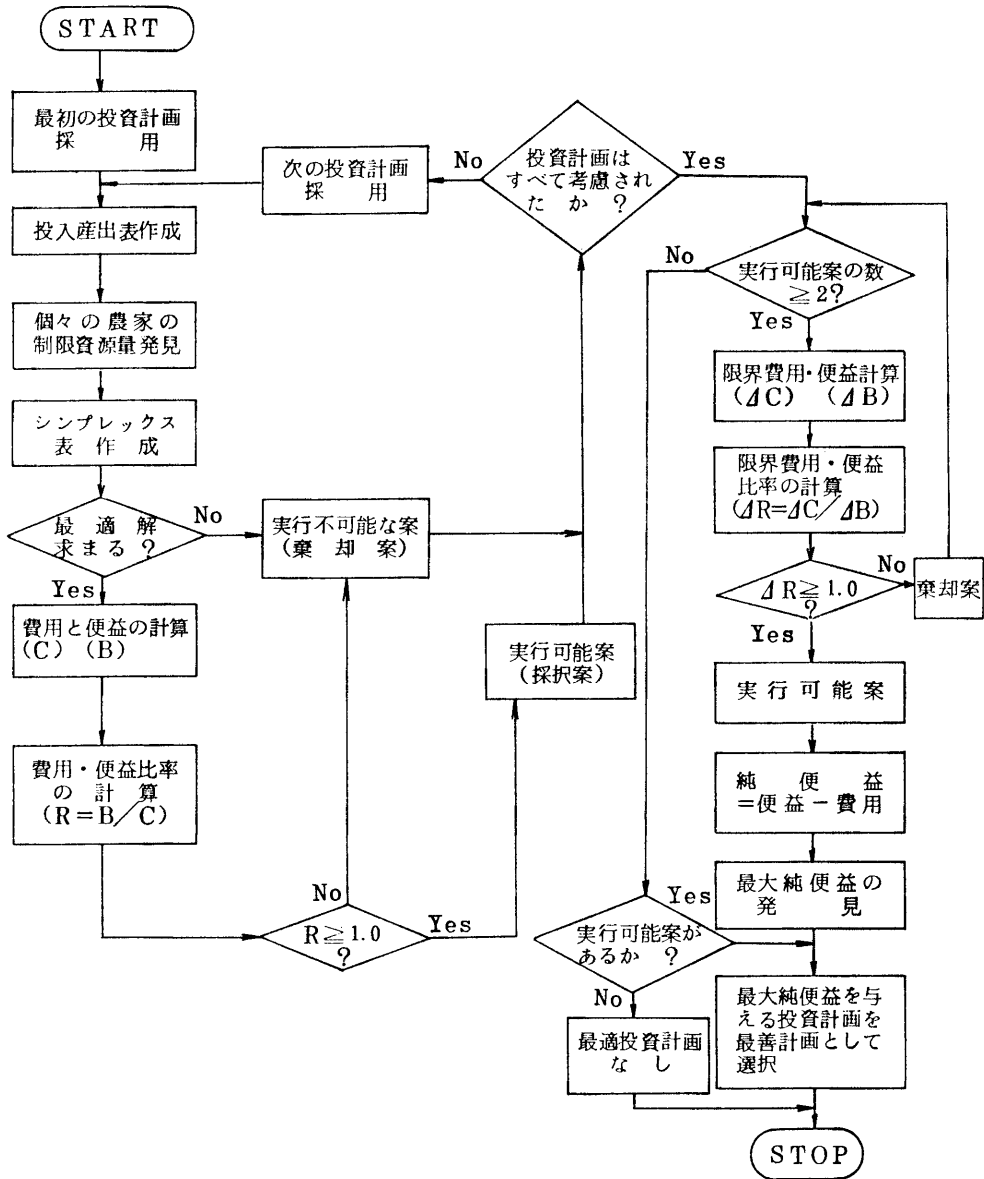


図 4. 酪農の規模拡大に関する最適投資計画の流れ図.

$$\begin{aligned}
 a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \cdots + a_{1n} x_n &\leq b_1 \\
 a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \cdots + a_{2n} x_n &\leq b_2 \\
 \vdots &\vdots \\
 a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \cdots + a_{mn} x_n &\leq b_m
 \end{aligned}$$

非負条件式,

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$$

のもとで1次関数(目的関数)

$$z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \cdots + c_n x_n$$

の値を最大にする $x_1, x_2, \dots, x_n$ の値を求める.

ここで a_{ij}, b_i, c_j は与えられた定数であり, 技術係

数, 制約資源量, 収益係数を示す. 目的関数値は,

$$z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max$$

とする Z の値であるから, 便益は次式で計算できる.

便益 (B)

$$\begin{aligned}
 &= \sum_{j=1}^n \left\{ \frac{1}{(1+r)^t} (\text{収益}) \right\} + \frac{\text{固定財投資額の残存価値}}{(1+r)^n} \\
 &= \sum_{j=1}^n \left\{ \frac{1}{(1+r)^t} \cdot z \right\} + \frac{\sum_j D_j \cdot x_j + E}{(1+r)^n}
 \end{aligned}$$

ただし, r : 割引率, n : 耐用年数, z : 目的関数値, D_j : 単体表における プロセス j の固定財投資額の 残存価値, x_j : プロセス j の稼働水準, E : プロセスの稼働水準に比例しない固定財投資額の残存価値.

$$\begin{aligned} \text{費用 (C)} &= \text{固定財投資額} + \sum_{i=1}^n \frac{\text{流動財投資額}}{(1+r)^{i-1}} \\ &= \sum_j (F_j \cdot x_j) + G \\ &\quad + \sum_{i=1}^n \frac{\sum_j (H_j \cdot x_j) + \sum_j (I_j \cdot x_j) \cdot J + \sum_j (K_j \cdot x_j)}{(1+r)^{i-1}} \end{aligned}$$

ただし, F_j : プロセス j の固定財投資額, x_j : プロセス j の稼働水準, G : プロセスに比例しない固定財投資額, H_j : プロセス j の現金経営費, I_j : プロセス j の労働時間数, J : 農村労働賃金, K_j : プロセス j の地代. 耐用年数は乳用牛の耐用年数 (6年) を用いる. また酪農業では農林漁業金融公庫資金のウェイトが高いので, その平均利子率 5% を割引率として採用する.

費用便益比率が, $(B)/(C) \leq 1$ ならば, その投資計画は便益が費用をつぐなわず, 採算がとれないことを意味し, その投資計画は採用されない. 逆に費用便益比率が, $(B)/(C) > 1$ ならば, その投資計画により得られる便益は費用を上廻り, その投資計画は採用可能な代替案の 1 つとして採択される. この手順で得られる計画案が第 1 番目の 実行可能案であるならば, 次の第 2 の投資計画の 検討に進む. 第 2 の投資計画は, 個々の酪農家の規模拡大の制限条件になっている資源量を増大する計画である. このためには投資の増大が必要である. それにより草刈機, ミルカー, トラクター, モア, パイプライン, バーンクリーナー等の新技術の採用が可能になる. 与えられた資源量のもとで, 投入産出表および資源の制限量を基にして, 最適な酪農経営の規模を計算し, 最初の投資計画の場合と同じく, 費用便益比率を計算する. もし費用便益比率が 1 以下であるならば, その投資計画は棄却される. また費用便益比率が 1 以上ならば, この投資計画を実行可能な第 2 案として採択する. これらの手順を繰り返して行くと, いくつかの実行可能な代替案が得られる. 仮にこれを第 I 案, 第 II 案とする. さらに第 I 案と第 II 案の便益と費用の増分 (すなわち限界便益, 限界費用) を推計し, この限界費用便益比率が,

$$\frac{(\Delta B)}{(\Delta C)} = \frac{(B_{II} - B_I)}{(C_{II} - C_I)} > 1$$

ならば第 II 案は第 I 案より望ましい代替案として, 便益から費用を差し引いて純便益を計算する. もし限界

費用便益比率が 1 以下であるならば費用の増加よりも便益の増加が少なく, 第 II 案は効率の悪い投資計画であることを意味し, この代替案は棄却される. 以上のプロセスを繰り返し限界費用便益比率がすべて 1 以上になるまで続ける. 最終ステップに至った代替案の中から, 純便益が最大の代替案を最適な投資計画とする. もし純便益が等しいときには, 最小費用の代替案を最適投資計画として採用する.

以上の最適投資計画選択プロセスはシステムの一部である. 部分プログラムの中心は線型計画プログラムと費用便益分析プログラムである. 汎用システムをかせば図 5 になる (山中, 1976). システム全体をコントロールするのはオペレーティング・システム (OS) であり, ユーザーも OS のコントロール下におかれている. 特別な場合を除き, OS は与えられているものとしてシステム設計するのが一般的である. 普通, アプリケーション・プログラムはユーザーが作成したコントロール・プログラムを持っているが, それはプログラムに含まれている具体的な分析手順の指示機能を受けもっている. 一方, ジョブの実行に関する処理とか, アプリケーション・プログラムでチェックできないエラーの処理は OS が行っている. しかしエラー・チェックは OS でチェックするよりも, 可能な限りアプリケーション・プログラム内でチェックする方がシステムとしては望ましい. なぜなら今後の情報処理形態はバッチ処理 (Batch processing) よりも TSS (Time sharing system) の一部であるダイヤモンド処理 (Demand processing) が増加してくると予想されるからである. すなわち, デiamond処理向きにシステムが作成されていると, エラー発生と同時に OS にコントロールが渡される. しかし, アプリケーション・プログラム内のチェック・ルーチンが充実していると, プログラム内でエラー・チェックされ, コントロールが OS に渡されず, ユーザーにとって処理効率が向上する.

OS の支配下にあるアプリケーション・プログラムのコントロール部分は図 6 のようにパターン化できる (山中, 1976). システム設計には OS の思想を背景にして (OS の開発目標・目的はメーカーにより異なる), コントロール・プログラム以下の部分を設計することになる. コントロール・プログラムはユーザーが作成した OS とみてよい. コントロール・プログラムのもとで, フェイズ・コマンド, サブ・コマンド, 特殊コマンドが作用する. フェイズ・コマンドは分析手法を指定するコマンドである. 投資計画のシステム

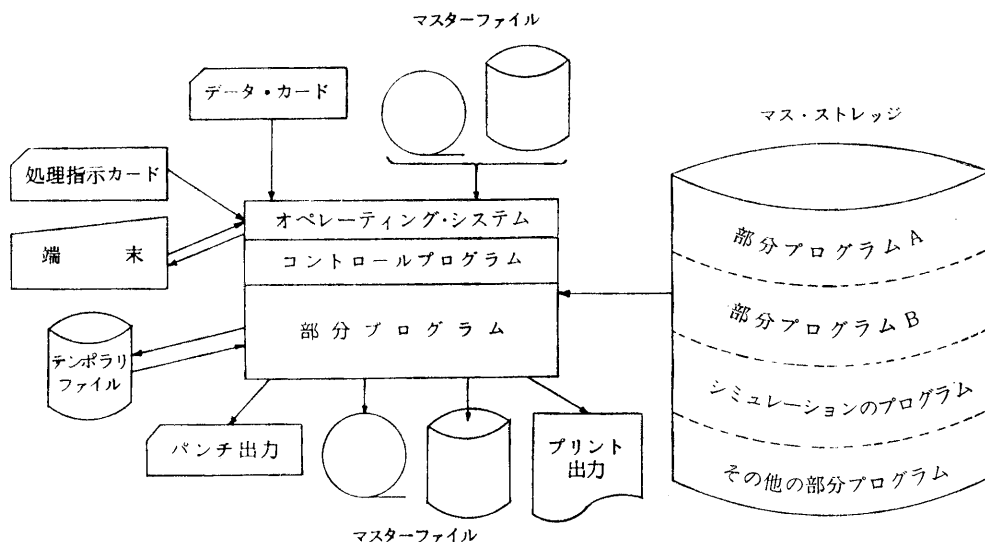


図5. 汎用システムの例。

では、データの入力指示、線型計画法による計算の指示、費用・便益計算の指示に相当する。サブ・コマンドはフェイズ・コマンドより、さらに詳しい情報を指示するコマンドである。たとえば線型計画法における制約式の数、プロセスの数などを指示するコマンドである。特殊コマンドはエラー発生時にとる対策を指示するものである。たとえばエラーが発生すれば、処理の実行を中止するか続行するかを指示するものである。

以上のシステム構成をもとに、酪農の投資計画選択および決定のためのサポーター・システムを開発した。開発したサポーター・システムを使用し、熊本県における酪農の投資計画を検討する。

IV. 分析結果

熊本県における規模別平均酪農家の経営内容は小経営で水田71アール、畑90アール、1カ月の労働可能時間数400時間（2人、8時間/日、25日/月）、中経営で水田72アール、畑154アール、1カ月の労働可能時間数600時間（3人、8時間/日、25日/月）、大経営で水田130アール、畑241アール、1カ月の労働可能時間数600時間である¹¹⁾。これらの資源量を前提にして、規模拡大の可能ないくつかの代替案を考える。規模拡大の新技术の採用に着目し、5つの代替案を検討する。

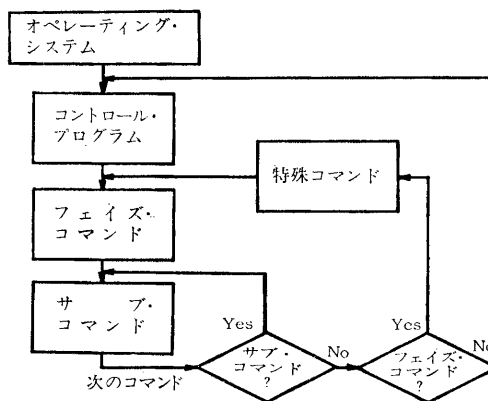


図6. コマンドのパターン化。

なお規模拡大にはすぐれた経営能力が必要であり、この経営能力も酪農の多頭化のひとつの重要な制限条件になっているが、ここではその制限条件はないものと仮定する。5つの代替案とは、Ⅰ) 手しぼり、従来の牛舎、耕耘機、手刈り、Ⅱ) 手しぼり、従来の牛舎、耕耘機、草刈機の導入、Ⅲ) ミルカーの導入、改良牛舎、耕耘機、草刈機の導入、Ⅳ) ミルカー、改良牛舎、トラクターの導入、モーターの導入、Ⅴ) パイプラインの導入、バーンクリーナーの導入、改良牛舎、トラクター、モーターである。経営資金の制限量は、各

¹¹⁾ 熊本県の酪農は搾乳牛11頭規模にて階層分解している。小経営は11頭以下層、中経営は11頭以上層、大経営は総合施設資金借入農家の平均資源量である。

表 1. 代替案と経営資金.

農 業 機 械	価 格 (万円)	第 I 案	第 II 案	第 III 案	第 IV 案	第 V 案
耕 転 機	31	○	○	○		
草刈機	4(×2)		○	○		
ミ ル カ ー	8(×2)			○	○	
トラクタ	171				○	○
モ ア ー	16				○	○
パイプライン	135					○
バーンクリーナー	117					○
資 金 (万円)		1769	1761	1745	1597	1361

資料) 農林省「農畜産業用固定資産評価標準」 1976 年
 福岡県農政部「福岡県酪農近代化説明資料」 1976 年

表 2. 乳用牛プロセスの収益係数.

(単位: 円/頭)

技術段階	粗 収 益	比 例 費	収益係数
A	401, 157	199, 584	201, 573
B	407, 247	212, 271	194, 976
C	421, 428	226, 578	194, 850

代替案について 1800 万円から表 1 に示す農業機械価格を差し引いた残額とする。以上の制限条件をもとにして作成した 5 つの代替案のシンプレックス表は表 4 ～ 8 に示される。なお収益係数は次のようにして求めた。粗収益と比例費に分けて、粗収益から比例費を差し引いたものを収益係数とする。乳用牛プロセスの場合の比例費には、種付料(購入)、飼料費(購入)、敷料費(購入)、光熱水料及び動力費(購入)、獣医師料及び医薬品費、賃借料及び料金、乳用牛償却費、建物費(償却費と修繕費(購入))、農具費(償却費と修繕費(購入))と購入補充費が含まれる。また物価上昇率も考慮している。技術段階別にみると乳用牛プロセスの収益係数は表 2 となる。作物の比例費には、種苗費(購入)、肥料費(購入)、農業薬剤費(購入)、光熱動力費(購入)、その他の諸材料費(購入)、土地改良及び水利費(支払い)、賃借及び料金(支払い)、建物及び土地改良設備費(償却費と修繕費(購入))、農

具費(償却費と修繕費(購入))及び購入補充費が含まれる。収益係数は表 3 になる。

線型計画法を用いて規模別に収益が最大となる最適点を求めてみると、表 9, 11, 13 になる。計算結果をもとにして大, 中, 小経営別に検討してみよう。

小経営

表 9 の第 I 案は乳用牛 10.9 頭を飼養し、水田に水稻—イタリアン 17 アール、畑にソルゴー—イタリアン 89 アール、甘藷—白菜 1 アールの経営で 205 万円の収益が可能であることを示している。また表 9 は代替案が I, II, III, IV, V 案とかわるにつれて収益はそれぞれ 205, 230, 274, 322, 290 万円と変化することを示している。表 9 をもとにして、費用と便益を計算し、費用便益比率、限界費用便益比率を求めた結果が表 10 である。I 案と V 案は費用便益比率が 1 以下であり、この 2 つの投資計画は引き合わないことを示している。他の代替案は 1 以上であるので規模拡大のための投資は効率的である。II 案, III 案, IV 案のうちで最良の計画を選択するために限界費用便益比率を求める。限界費用便益比率は IV 案が 1 以下となり、投資による費用の増加分を便益の増加分で補うことができないことを意味し、この代替案は棄却される。II 案と III 案を比較するために限界費用便益比率を求めるとすべて 1 以上になる。限界費用便益比率が 1 以上とは費

表 3. 作物プロセスの収益係数.

(単位: 円/10a)

	水 稲 イタリアン	ソ ル ゴ ー イタリアン	トウモロコシ イタリアン	水 麦 稲	甘 藷 白菜	さ い も 大 根
粗 収 益	124, 488 0	0 0	0 0	124, 488 26, 280	76, 356 153, 428	104, 400 144, 620
比 例 費	36, 385 17, 930	13, 807 17, 930	14, 762 17, 930	36, 385 10, 768	14, 959 43, 214	47, 971 39, 980
収 益 係 数	70, 173	-31, 737	-32, 690	103, 615	171, 613	161, 069

表 4. 第Ⅰ案(乳用牛:手しぼり, 田畑:耕耘機, 手刈り).

	乳用牛	水 ・ 稲	イ タ リ ア ン	ソ ル ・ ゴ	イ タ リ ア ン	ト ウ モ ロ コ シ	イ タ リ ア ン	水 稲 ・ 麦	甘 ・ 藨 菜	白 菜	さ と い も	大 根	不 等 号	制 限 量		
														小経営	中経営	大経営
収 益 係 数	20.16	7.02	—	3.17	—	3.27	10.36	17.16	16.11							
水 田 (10a)		1.0					1.0							7.1	7.2	13.0
畑 (10a)				1.0	1.0			1.0	1.0					9.0	15.4	24.1
2月 労働 (10h)	2.10	0.16	0.16	0.16	0.16	0.39	0.0	0.72	6.10					40.0	60.0	60.0
3月 "	2.33	0.14	0.14	0.14	0.14	0.06	0.18	0.0	0.0					40.0	60.0	60.0
4月 "	2.25	0.14	1.30	1.84	0.0	0.0	0.18	0.0	0.0					40.0	60.0	60.0
5月 "	2.33	0.78	0.30	0.57	2.55	1.11	2.10							40.0	60.0	60.0
6月 "	2.25	3.33	0.0	0.0	3.33	0.05	1.50							40.0	60.0	60.0
7月 "	2.33	0.89	1.48	1.61	0.90	0.0	3.0							40.0	60.0	60.0
8月 "	2.33	0.79	0.31	0.61	0.79	2.22	6.95							40.0	60.0	60.0
9月 "	2.25	0.35	0.42	0.21	0.35	9.62	5.80							40.0	60.0	60.0
10月 "	2.33	3.86	0.85	0.21	3.86	5.50	5.30							40.0	60.0	60.0
11月 "	2.25	2.16	1.11	1.11	1.56	0.0	0.0							40.0	60.0	60.0
年間D・M (100 kg)	8.12	—10.74	—24.66	—16.80	—3.89	—2.3	0.0							0.0	0.0	0.0
" D・C・P (")	0.60	—0.60	—1.20	—1.0	—0.05	—0.12	0.0							0.0	0.0	0.0
" T・D・N (")	12.95	—6.31	—14.64	—10.95	—1.65	—1.20	0.0							0.0	0.0	0.0
経営資金 (万円)	33.66	2.72	1.58	1.63	2.36	2.91	4.40							1,769	1,769	1,769

表 5. 第Ⅱ案(乳用牛:手しぼり, 田畑:耕耘機, 草刈機).

	乳用牛	水 ・ 稲	イ タ リ ア ン	ソ ル ・ ゴ	イ タ リ ア ン	ト ウ モ ロ コ シ	イ タ リ ア ン	水 稲 ・ 麦	甘 ・ 藨 菜	白 菜	さ と い も	大 根	不 等 号	制 限 量		
														小経営	中経営	大経営
収 益 係 数	20.16	7.02	—	3.17	—	3.27	10.36	17.16	16.11							
水 田 (10a)		1.0					1.0							7.1	7.2	13.0
畑 (10a)				1.0	1.0			1.0	1.0					9.0	15.4	24.1
2月 労働 (10h)	2.10	0.13	0.13	0.13	0.13	0.34	0.0	0.72	6.10					40.0	60.0	60.0
3月 "	2.33	0.12	0.12	0.12	0.12	0.05	0.18	0.0	0.0					40.0	60.0	60.0
4月 "	2.25	0.12	1.11	1.58	0.0	0.0	0.18	0.0	0.0					40.0	60.0	60.0
5月 "	2.33	0.67	0.25	0.48	2.18	1.11	2.10							40.0	60.0	60.0
6月 "	2.25	2.86	0.0	0.0	2.86	0.05	1.50							40.0	60.0	60.0
7月 "	2.33	0.77	1.27	1.38	0.77	0.0	3.0							40.0	60.0	60.0
8月 "	2.33	0.67	0.27	0.52	0.67	2.22	6.95							40.0	60.0	60.0
9月 "	2.25	0.30	0.36	0.18	0.30	9.62	5.80							40.0	60.0	60.0
10月 "	2.33	3.31	0.73	0.18	3.31	5.5	5.30							40.0	60.0	60.0
11月 "	2.25	1.85	0.95	0.95	1.33	0.0	0.0							40.0	60.0	60.0
年間D・M (100 kg)	8.12	—12.36	—28.77	—20.16	—3.89	—2.3	0.0							0.0	0.0	0.0
" D・C・P (")	0.6	—0.73	—1.4	—1.2	—0.05	—0.12	0.0							0.0	0.0	0.0
" T・D・N (")	12.95	—7.35	—17.08	—13.14	—1.65	—1.2	0.0							0.0	0.0	0.0
経営資金 (万円)	33.66	2.72	1.58	1.63	2.36	2.91	4.40							1,761	1,761	1,761

用の限界的な増加より便益の限界的な増加の方が大きいことを示し、投資効率がよいことを示している。ここでは費用便益比率が1以上の代替案について限界費用便益比率を考えているので、限界費用便益比率がすべて1以上になれば一番最後の案が最良の案となる。

すなわち規模拡大にともなう投資計画がⅡ案、Ⅲ案の順序で有利になることを示しており、Ⅲ案が最良の計画として選択される。Ⅲ案はミルクラーの導入、改良牛舎、耕耘機、草刈機による計画案である。この案によれば、収益が最大になる経営内容は、乳用牛13.5頭、

表 6. 第Ⅲ案（乳用牛：ミルカー，改良牛舎，田畑：耕耘機，草刈機）.

	乳用牛	水 ・ 稲	イ タ リ ア ン	ソ ル ゴ ー	イ タ リ ア ン	ト ウ モ ロ コ シ	イ タ リ ア ン	水 稲 ・ 麦	甘 ・ 菜 諸	白 ・ も 根	大 ・ さ と い も	不 等 号	制 限 量		
													小経営	中経営	大経営
収 益 係 数	19.50		7.02	—	3.17	—	3.27	10.36	17.16		16.11				
水 田 (10a)			1.0					1.0					7.1	7.2	13.0
畑 (10a)					1.0		1.0		1.0		1.0		9.0	15.4	24.1
2月 労働 (10h)	1.03		0.13		0.13		0.13	0.34	0.0		1.0		40.0	60.0	60.0
3月 "	1.1		0.12		0.12		0.12	0.05	0.72		6.10		40.0	60.0	60.0
4月 "	1.06		0.12		1.11		1.58	0.0	0.18		0.0		40.0	60.0	60.0
5月 "	1.1		0.67		0.25		0.48	2.18	1.11		2.10		40.0	60.0	60.0
6月 "	1.06		2.86		0.0		0.0	2.86	0.05		1.50		40.0	60.0	60.0
7月 "	1.1		0.77		1.27		1.38	0.77	0.0		3.0		40.0	60.0	60.0
8月 "	1.1		0.67		0.27		0.52	0.67	2.22		6.95		40.0	60.0	60.0
9月 "	1.06		0.30		0.36		0.18	0.30	9.62		5.80		40.0	60.0	60.0
10月 "	1.1		3.31		0.73		0.18	3.31	5.5		5.30		40.0	60.0	60.0
11月 "	1.06		1.85		0.95		0.95	1.33	0.0		0.0		40.0	60.0	60.0
年間D・M (100 kg)	8.12	—12.36	—28.77	—20.16	—3.89	—2.3	0.0						0.0	0.0	0.0
" D・C・P (")	0.98	—0.73	—1.4	—1.2	—0.05	—0.12	0.0						0.0	0.0	0.0
" T・D・N (")	14.48	—7.35	—17.08	—13.14	—1.65	—1.2	0.0						0.0	0.0	0.0
経営資金 (万円)	35.27	2.72	1.58	1.63	2.36	2.91	4.40						1,745	1,745	1,745

表 7. 第Ⅳ案（乳用牛：ミルカー，改良牛舎，田畑：トラクター，モアー）.

	乳用牛	水 ・ 稲	イ タ リ ア ン	ソ ル ゴ ー	イ タ リ ア ン	ト ウ モ ロ コ シ	イ タ リ ア ン	水 稲 ・ 麦	甘 ・ 菜 諸	白 ・ も 根	大 ・ さ と い も	不 等 号	制 限 量		
													小経営	中経営	大経営
収 益 係 数	19.50		7.02	—	3.17	—	3.27	10.36	17.16		16.11				
水 田 (10a)			1.0					1.0					7.1	7.2	13.0
畑 (10a)					1.0		1.0		1.0		1.0		9.0	15.4	24.1
2月 労働 (10h)	1.03		0.11		0.11		0.11	0.28	0.0		0.0		40.0	60.0	60.0
3月 "	1.1		0.1		0.1		0.1	0.04	0.72		6.10		40.0	60.0	60.0
4月 "	1.06		0.1		0.93		1.32	0.0	0.18		0.0		40.0	60.0	60.0
5月 "	1.1		0.56		0.21		0.40	1.82	1.11		2.10		40.0	60.0	60.0
6月 "	1.06		2.38		0.0		0.0	2.38	0.05		1.50		40.0	60.0	60.0
7月 "	1.1		0.64		1.06		1.15	0.64	0.0		3.0		40.0	60.0	60.0
8月 "	1.1		0.56		0.22		0.43	0.56	2.22		6.95		40.0	60.0	60.0
9月 "	1.06		0.25		0.30		0.15	0.25	9.62		5.80		40.0	60.0	60.0
10月 "	1.1		2.76		0.61		0.15	2.76	5.50		5.30		40.0	60.0	60.0
11月 "	1.06		1.54		0.79		0.79	1.11	0.0		0.0		40.0	60.0	60.0
年間D・M (100 kg)	8.12	—13.98	—32.88	—23.52	—3.89	—2.3	0.0						0.0	0.0	0.0
" D・C・P (")	0.98	—0.85	—1.6	—1.4	—0.05	—0.12	0.0						0.0	0.0	0.0
" T・D・N (")	14.48	—8.39	—19.52	—15.33	—1.65	—1.2	0.0						0.0	0.0	0.0
経営資金 (万円)	35.27	2.72	1.58	1.63	2.36	2.91	4.40						1,597	1,597	1,597

水田で水稲—イタリアン 56 アール，畑でソルゴー—イタリアン 90 アールつくことであり，収益は 274 万円となる．Ⅰ案，Ⅱ案では畑の面積と 7 月 8 月の労働時間をすべて稼働させているため制限条件になっている．Ⅲ案ではミルカーを導入することにより乳用牛

一頭当りの労働時間は減少する．そのため 7 月の労働時間は制限条件にならない．畑の面積と 10 月の労働時間は制限条件になっているが，すでに検討したようにⅢ案は最善案となる．このときの経営資金は 505 万円である．

表 8. 第Ⅴ案（乳用牛：パイプライン，バーンクリーナー，改良牛舎，田畑：トラクター，モーター）.

	乳用牛	水 ・ 稲	イ タ リ ア ン	ソ ル ゴ ー	イ タ リ ア ン	ト ウ モ ロ コ シ	イ タ リ ア ン	水 稻 ・ 麦	甘 ・ 藨 菜	白 菜	さ と い も	大 根	不 等 号	制 限 量		
														小経営	中経営	大経営
収 益 係 数	19.48	7.02	—	3.17	—	3.27	10.36	17.16	16.11							
水 田 (10a)		1.0					1.0							7.1	7.2	13.0
畑 (10a)				1.0	1.0			1.0	1.0					9.0	15.4	24.1
2月労働 (10h)	0.74	0.11	0.11	0.11	0.11	0.28	0.0	0.72	6.10					40.0	60.0	60.0
3月 "	0.82	0.1	0.1	0.1	0.1	0.04	0.0	0.18	0.0					40.0	60.0	60.0
4月 "	0.79	0.1	0.93	1.32	0.0	0.0	0.0	1.11	2.10					40.0	60.0	60.0
5月 "	0.82	0.56	0.21	0.4	2.38	0.05	1.50	3.0	6.95					40.0	60.0	60.0
6月 "	0.79	2.38	0.0	0.0	0.64	0.0	3.0	2.22	5.80					40.0	60.0	60.0
7月 "	0.81	0.64	1.06	1.15	0.56	2.22	6.95	9.62	5.30					40.0	60.0	60.0
8月 "	0.82	0.56	0.22	0.43	0.25	9.62	5.30	0.0	0.0					40.0	60.0	60.0
9月 "	0.79	0.25	0.30	0.15	2.76	5.5	5.30	0.0	0.0					40.0	60.0	60.0
10月 "	0.82	2.76	0.61	0.15	1.11	0.0	0.0							40.0	60.0	60.0
11月 "	0.79	1.54	0.79	0.79										40.0	60.0	60.0
年間D・M (100 kg)	9.98	—13.98	—32.88	—23.52	—3.89	—2.3	0.0							0.0	0.0	0.0
" D・C・P (")	1.29	—0.85	—1.6	—1.4	—0.05	—0.12	0.0							0.0	0.0	0.0
" T・D・N (")	17.05	—8.39	—19.52	—15.33	—1.65	—1.20	0.0							0.0	0.0	0.0
経営資金 (万円)	37.39	2.72	1.58	1.63	2.36	2.91	4.40							1,361	1,361	1,361

表 9. 代替案別の最適な酪農経営（小経営）.

代 替 案	I	II	III	IV	V
収 益 総 額 (100万円) ¹²⁾	2.05	2.30	2.74	3.22	2.90
乳 用 牛 (頭)	10.9	12.1	13.5	15.7	13.8
水 稲・イタリアン (10a)	1.7	1.1	5.6	6.2	7.1
ソルゴ・イタリアン (10a)	8.9	8.7	9.0	9.0	9.0
甘 藨・白 菜 (10a)	0.1	0.3	—	—	—
経 営 資 金 (100万円)	3.85	4.24	5.05	5.68	5.49

表 10. 代替案の費用と便益（小経営）. (単位：万円)

代 替 案	I	II	III	IV	V
B	1079.332	1210.264	1443.604	1722.425	1579.939
C	1131.528	1184.982	1356.192	1638.960	1749.298
B/C	0.954	1.021	1.064	1.051	0.903
R	—52.197	25.282	87.412	83.465	—169.358
ΔB	0.0	1210.264	233.340	278.821	0.0
ΔC	0.0	1184.982	171.210	282.768	0.0
ΔB/ΔC	0.0	1.021	1.363	0.986	0.0
ΔB	0.0	1210.264	233.340	0.0	0.0
ΔC	0.0	1184.982	171.210	0.0	0.0
ΔB/ΔC	0.0	1.021	1.363	0.0	0.0

(注) B：便益 C：費用 R：B-C

中経営

費用と便益および限界費用便益を求めたのが表12

である。Ⅰ案とⅤ案は費用便益比率が1以下であるので省く。Ⅱ案，Ⅲ案，Ⅳ案の限界費用便益比率を計算

¹²⁾ ここで使用している収益から，プロセスの稼働水準に比例しない固定投資の減価償却費を差し引くと農業所得（兼業の場合は農家所得）になる（甲斐，1976）.

表 11. 代替案別の最適な酪農経営（中経営）.

代 替 案	I	II	III	IV	V
収 益 総 額 (100万円)	3.14	3.48	4.27	4.88	4.14
乳 用 牛 (頭)	16.5	18.3	21.2	24.9	21.2
水 稲 ・ イ タ リ ア ン (10a)	0.7	-	7.2	7.2	7.2
ソ ル ゴ ー ・ イ タ リ ア ン (10a)	14.2	13.7	15.4	15.4	15.4
甘 藷 ・ 白 菜 (10a)	1.2	1.4	-	-	-
経 営 費 金 (100万円)	5.83	6.40	8.14	9.05	8.36

表 12. 代替案の費用と便益（中経営）.

(単位：万円)

代 替 案	I	II	III	IV	V
B	1650.287	1830.163	2254.654	2598.203	2237.631
C	1687.220	1754.921	2092.561	2384.271	2320.932
B/C	0.978	1.043	1.077	1.090	0.964
R	-36.932	75.242	162.093	213.932	-83.301
ΔB	0.0	1830.163	424.491	343.549	0.0
ΔC	0.0	1754.921	337.460	291.710	0.0
ΔB/ΔC	0.0	1.043	1.257	1.178	0.0

(注) B : 便益 C : 費用 R : B-C

するとすべて1以上となり、投資は効率的である。3つの代替案のうちでもⅡ案、Ⅲ案、Ⅳ案の順序で投資計画は有利であり、最良の計画案としてⅣ案が選択される。Ⅳ案はミルク、改良牛舎、トラクターの導入、モーターの導入による計画案である。Ⅳ案によれば収益が最大になる経営内容は、乳用牛24.9頭、水田で水稲・イタリアン72アール、畑でソルゴー・イタリアン154アールづくり、収益は488万円となる。Ⅰ案、Ⅴ案では小経営と同様、7月と10月の労働時間が制限条件になっている。しかしⅢ案ではミルクを導入することにより、7月と10月の労働時間の制限は除かれる。このとき水田と畑はすべて稼働している。Ⅳ案でトラクターとモーターを導入することにより、より効率のよい経営内容となる。ただし、水田と畑の面積がこのとき制限になっている。Ⅳ案の経営資金は905万円である。

大経営

費用と便益および限界費用便益を求めたのが表14である。Ⅰ案は費用便益比率が1以下であるので除外する。Ⅰ案以外の代替案について限界費用便益比率を計算するとⅤ案は1以下になるので除外する。Ⅱ案、Ⅲ案、Ⅳ案について再び限界費用便益比率を求めるとすべて1以上になる。最良の計画はⅣ案である。Ⅳ案はミルク、改良牛舎、トラクターの導入、モーターの導入の計画案である。Ⅳ案によれば収益が最大になる経営内容は乳用牛31.7頭、水田で水稲・イタリアン15アール、畑でソルゴー・イタリアン228アールお

よび甘藷・白菜13アールをつくり、収益は579万円となる。Ⅰ案、Ⅱ案は7月と10月の労働時間が制限となる。Ⅲ案ではミルクを、Ⅳ案ではミルクに加えてトラクターとモーターを導入しているが、7月と10月の労働時間の制限を取り除くことはできない。また畑もすべて稼働させており、制限になっている。Ⅳ案の経営資金は1,144万円である。

大、中、小経営の最適な計画案について検討すれば小経営ではミルク、改良牛舎、耕耘機、草刈機という機械体系であり、10月の労働時間が制限になる。中経営ではミルク、改良牛舎、トラクターとモーターの導入という機械体系であり、水田、畑の面積が制限となる。大経営では中経営と同じ機械体系であり、畑の面積と7月、8月の労働時間が制限になっている。

以上のように投資計画をシステマティックに行うことにより、種々な与件条件のもとでの検討ができ、追証分析が可能になる。たとえば割引率など変化させて割引率の影響についても容易に検討することができる。これらはすべて投資計画立案者に有益な資料を提供することになる。

V. 結 び

酪農の投資計画をシステマティックに行うことにより以下の利点を指摘することができる。(1) システム設計と汎用システムとを開発すれば、投資計画の策定に費す時間を短縮できる。(2) 投資計画の選択プロセスが明確であり、計画策定にともなう問題点および制

表 13. 代替案別の最適な酪農経営（大経営）.

代 替 案	I	II	III	IV	V
収 益 総 額 (100万円)	3.16	3.48	5.01	5.79	5.80
乳 用 牛 (頭)	16.5	18.3	27.5	31.7	31.1
水 稲・イタリアン (10a)	—	—	1.5	1.5	7.2
ソルゴ・イタリアン (10a)	14.5	13.7	22.6	22.8	24.1
甘 藷・白 菜 (10a)	1.7	1.4	1.5	1.3	—
経 営 費 (100万円)	5.85	6.40	10.13	11.44	12.21

表 14. 代替案の費用と便益（大経営）. (単位：万円)

代 替 案	I	II	III	IV	V
B	1663.223	1830.163	2650.480	3084.249	3117.162
C	1689.383	1754.921	2425.140	2778.549	3085.732
B/C	0.985	1.043	1.093	1.110	1.010
R	-26.160	75.242	225.340	305.700	31.430
ΔB	0.0	1830.163	820.316	433.769	32.913
ΔC	0.0	1754.921	670.218	353.409	307.183
$\Delta B/\Delta C$	0.0	1.043	1.224	1.227	0.107
ΔB	0.0	1830.163	820.316	433.769	0.0
ΔC	0.0	1754.921	670.218	353.409	0.0
$\Delta B/\Delta C$	0.0	1.043	1.224	1.227	0.0

(注) B : 便益 C : 費用 R : B-C

限要因が明確化される。(3) フィードバック・システムを採用しているため、システムとの対話が可能になり、広範囲な検討ができる。また種々の前提条件のもとでの選択プロセス および最適解を得ることにより、計画策定にともなうより多くの情報を、計画立案者に提供することができる。(4) 農家、行政、研究者といった種々の専門的立場から、システムを媒介として、計画策定に同一レベルで参加できる。すなわち、各専門的立場の相互依存的な考察のもとに、より実現可能な計画を策定できる。

以上の利点を含むシステムは、それ自体固定したものではない。システムの開発を担当するプロジェクトの開発思想により、システムは固定化される。システムの開発思想により、完成されたシステムは農家、行政、研究者の各立場を強調するもの、あるいは相互依存関係を重視するものと種々の方向をたどる。一方、システム概念に基づく計画策定は計算・処理過程に分析者の主観を反映させることができる。すなわち、各専門分野からの検討、全体的な計画の評価など計算処理中に分析者の対応を必要とするのである。いわゆる“マン・マシーン・システム”となる。システム化する場合の制御方式は「システムの成員の行動に関する選択の自由度を第三者的な機構によって管理的に制限するのではなく、行動主体が制御システムへ参加する

過程で、フィードバック的制御が行われるという方式」(児島, 1970)が必要になる。すなわち、種々の専門的分野および相互依存的な分野の関連で、酪農の投資計画を評価し決定するシステムになる。

今後、情報処理技術が向上し、複雑なシステムも開発されてくるであろう。コンピューターの利用技術も高度化され、ダイヤモンド処理形態が中心的な役割を果たしてくることが予想される。投資計画策定のシステム化ではなお一層、ダイヤモンド処理の重要性がましてくる。タイム・シェアリング・システムの普及により、ダイヤモンド処理が一般的になると、システムティックに行える投資計画のシステム化がより一層促進される。システム化の促進により重視しなければならないことがある。それはすでに指摘してきたように、どのような開発思想に基づいてシステムが開発され、維持されているかである。システムの開発思想と処理能力により、システム化の評価が下される。

補 (プログラムと実行結果)

酪農の投資計画のためのサポーティング・システムに関するソース・リストをはじめ、プログラムの流れ入力データ および 出力結果を示す。また今後のシステム開発を考慮して、プログラム動的解析システム(FORDAP)を使用した(牛島, 1976)。九州大学大

FACOM	230-75	(M7)	FORDAP	-760805-	V-01	L-08	DATE	76-09-10	TIME	12-35-00	
* SOURCE STATEMENT *	EXECUTION TIME =				928 MSEC		EXECUTIONS		TRUE		
							ステートメントの実行回数		(1F文の真の値の数)		
									(()内は比率)		
DIMENSIONTITLE(18),X(40,5),FMT(20),TABLE(8,20)											
DIMENSION A(20,20),B(20),C1(20),C2(20),NUM1(20),NUM11(20),											
INUM2(20),NUM22(20),PC1(20),PC2(20),PCZC(20),CZC(20),R1(20),R2(20)											
DATA ((TABLE(1,J),I=1,8),J=1,20)/160*0.0/											
READ(5,100) NPLN,TITLE							1				
100 FORMAT(12,18A4)							1				
WRITE(6,200) TITLE,NPLN							1				
200 FORMAT(1H,'* TITLE * ',18A4/1H,'* NO. OF PLANS ',12)											
IPLN=DP=0							1				
1 IPLN=IPLN+1							5				
8007 CONTINUE							7				
READ(5,103) IORR,M,N,TITLE							7				
103 FORMAT(A2,2I2,18A4)											
IF(IORR.EQ.'DP')DP=M							7		2 (28.6%)		
IF(IORR.NE.'IN') GO TO 8007							7		2 (28.6%)		
WRITE(6,201) TITLE,M,N							5				
201 FORMAT(1H,18A4/1H,'ROW =' ,I2,'COLUMN =' ,I2)											
MN=M+N							5				
CALL LP(M,N,DP,GINCOM,X,OK,MN,A,B,C1,C2,NUM1,NUM11,NUM2,							5				
INUM22,PC1,PC2,PCZC,CZC,R1,R2)											
IF(DP.EQ.20.) WRITE(6,8000) OK,M,N							5		1 (20.0%)		
8000 FORMAT(1H,'OK =' ,F3.0,' M =' ,I2,' N =' ,I2,'MAIN')											
IF(DP.EQ.20.) WRITE(6,1100)((X(I,J),J=1,5),I=1,M+N)							5		1 (20.0%)		
1100 FORMAT(1H,'(X',10E12.5,' MAIN'))											
READ(5,190) NN,R							5				
190 FORMAT(12,2F5.0)											
IF(OK.EQ.0.) GO TO 2							5		0 (0.0%)		
ID1=' '							5				
FXINV2=FXINV1=VIM=VIL=VIR=0							5				
READ(5,8001) FMT							5				
8001 FORMAT(20A4)											
8003 CONTINUE							45				
READ(5,FMT) ID1,ID2,NO,(X(I,5),I=1,2*NO)							45				
IF(ID1.EQ.'E') GO TO 8004							45		5 (11.1%)		
IF(ID1.EQ.'B'.AND.ID2.EQ.2) FX22=X(2,5)							40		5 (12.5%)		
IF(ID1.EQ.'C'.AND.ID2.EQ.2) FX11=X(2,5)							40		5 (12.5%)		
IF(ID1.EQ.'C'.AND.ID2.EQ.5) R5=X(2,5)							40		5 (12.5%)		
IF((ID1.EQ.'B'.AND.ID2.EQ.2).OR.(ID1.EQ.'C'.AND.ID2.EQ.2).OR.							40		15 (37.5%)		
1(ID1.EQ.'C'.AND.ID2.EQ.5)) GO TO 8003											
DO 8005 I=1,M+N							25				
8005 X(I,3)=0.0							625				
DO 8002 I=1,2*NO,2							25				
IX=X(I,5)							106				
8002 X(IX,3)=X(I+1,5)							106				
SUM=0							25				
DO 1000 I=1,M+N							25				
1000 SUM=SUM+X(I,2)*X(I,3)											
WRITE(6,1100)((X(I,J),J=1,5),I=1,MN),SUM							25				
IF(ID1.EQ.'B'.AND.ID2.EQ.1) FXINV2=SUM							25		5 (20.0%)		
IF(ID1.EQ.'C'.AND.ID2.EQ.1) FXINV1=SUM							25		5 (20.0%)		
IF(ID1.EQ.'C'.AND.ID2.EQ.3) VIM=SUM							25		5 (20.0%)		
IF(ID1.EQ.'C'.AND.ID2.EQ.4) VIL=SUM							25		5 (20.0%)		
IF(ID1.EQ.'C'.AND.ID2.EQ.6) VIR=SUM							25		5 (20.0%)		
GO TO 8003							25				
8004 FXINV2=FXINV2+FX22							5				
FXINV1=FXINV1+FX11							5				
VINV=VIM+VIL*R5+VIR							5				
IF(DP.EQ.20.)WRITE(6,1101)NN,R,GINCOM,FXINV1,FXINV2,VINV							5		1 (20.0%)		
1101 FORMAT(1H0,15,6E13.6)											
CALL CB(NN,R,GINCOM,FXINV2,VINV,FXINV1,BENFIT,COST,RCB,REVENU,							5				
1CHECK,DP)											
TABLE(1,IPLN)=BENFIT							5				
TABLE(2,IPLN)=COST							5				
TABLE(3,IPLN)=RCB							5				
TABLE(4,IPLN)=REVENU							5				
TABLE(8,IPLN)=CHECK							5				
2 CONTINUE							5				
IF(IPLN.LT.NPLN) GO TO 1							5		4 (80.0%)		
CALL DCB(NPLN,TABLE,DP)							1				
WRITE(6,104)							1				
104 FORMAT(1H0,'THIS SYSTEM WAS TERMINATED')							1				
STOP											
END											
* SOURCE STATEMENT *	EXECUTION TIME =				437 MSEC		EXECUTIONS		TRUE		
SUBROUTINE LP(M,N,DP,GINCOM,X,OK,MN,A,B,C1,C2,NUM1,NUM11,NUM2,							5				
INUM22,PC1,PC2,PCZC,CZC,R1,R2)											
DIMENSION X(40,5),FMT(20), A(M,N),B(M),C1(M),C2(N),NUM1(M),											
NUM11(M),NUM2(N),NUM22(N),PC1(M),PC2(N),PCZC(N),CZC(N),R1(M),R2(N)											
SEIDO=1.0E=6							5				
SEIDOP=1.0E=6							5				
SEIDOR=1.0E=2							5				

2000	READ(5,2000) FMT	5	
	FORMAT(20A4)		
	READ(5,FMT) ((A(I,J),I=1,M),J=1,N)	5	
	READ(5,FMT) (B(I),I=1,M)	5	
	READ(5,FMT) (C1(I),I=1,M)	5	
	READ(5,FMT) (C2(J),J=1,N)	5	
	DO 680 I=1,M+N	5	
	DO 680 J=1,5	125	
680	X(I,J)=0.0	625	
	DO 101 I=1,M	5	
	NUM1(I)=1	90	
101	NUM1(I)=1	90	
	DO 102 J=1,N	5	
	NUM22(J)=M+J	35	
102	NUM2(J)=M+J	35	
	DO 103 I=1,M	5	
103	PC1(I)=0.0	90	
	DO 104 J=1,N	5	
104	PC2(J)=0.0	35	
	DO 106 J=1,N	5	
106	PCZC(J)=0.0	35	
	PCZCO=0.0	5	
	S=0.0	5	
	DO 111 I=1,M	5	
111	S=S+C1(I)*B(I)	90	
	CZCO=S	5	
	DO 113 J=1,N	5	
	S=0.0	35	
	DO 112 I=1,M	35	
112	S=S+C1(I)*A(I,J)	630	
113	CZC(J)= S-C2(J)	35	
4	SS=PCZC(1)	29	
	TT=CZC(1)	29	
	KJ=1	29	
	DO 115 J=1,N	29	
	S=PCZC(J)	203	
	T=CZC(J)	203	
	IF(SS-S.GE.SEIDO) GO TO 114	203	0 (0.0%)
	IF(S=SS.GE.SEIDO) GO TO 115	203	0 (0.0%)
	IF(TT-T.LT.SEIDO) GO TO 115	203	171 (84.2%)
114	SS=S	32	
	TT=T	32	
	KJ =J	32	
115	CONTINUE	203	
	IF(SS.GE.SEIDO) GO TO 116	29	0 (0.0%)
	IF(SS.LE.-SEIDO) GO TO 117	29	0 (0.0%)
	IF(TT.LE.-SEIDO) GO TO 117	29	24 (82.8%)
116	WRITE(6,605)	5	
605	FORMAT(11X,'KANRYO')		
	CALL KAKU(M,N,NUM1,NUM2,B,CZC,PCZC,CZCO,PCZCO)	5	
	OK=1	5	
	DO 849 I=1,M+N	5	
849	X(I,1)=I	125	
	DO 850 I=1,M	5	
	II=NUM1(I)	90	
850	X(II,2)=B(1)	90	
	IF(DP.EQ.20.)WRITE(6,8000) M,N,OK	5	1 (20.0%)
8000	FORMAT(215,F6,2,'LPTEST')		
	IF(DP.EQ.20.)WRITE(6,1100)((X(I,J),J=1,5),I=1,M+N)	5	1 (20.0%)
1100	FORMAT(1H ,2(' ',F3.0,'=',4E13.6),'LPTEST')		
	GINCOM=CZCO	5	
	RETURN	5	
117	IF(DP.EQ.10.0.OR.DP.EQ.20.) CALL KAKU(M,N,NUM1,NUM2,B,CZC,PCZC,	24	24 (100.0%)
	1CZCO,PCZCO)		
6	DO 118 I=1,M	24	
	IF(ABS(A(I,KJ).GE.SEIDO) GO TO 118	432	415 (96.1%)
	A(I,KJ)=0.0	17	
118	CONTINUE	432	
	J=0	24	
	DO 120 I=1,M	24	
	IF(A(I,KJ).LT.SEIDO) GO TO 120	432	117 (27.1%)
	J=J+1	315	
	S=B(I)/A(I,KJ)	315	
	IF(J.NE.1) GO TO 119	315	291 (92.4%)
	SS=S	24	
	KI=I	24	
119	IF(S.GE.SS) GO TO 120	315	264 (83.8%)
	SS=S	51	
	KI=I	51	
120	CONTINUE	432	
	IF(J.NE.0) GO TO 8	24	24 (100.0%)
	WRITE(6,607)	0	
	OK=0	0	

607	FORMAT(11X,'SAITEKIKAI NASI')	24	
8	DO 122 I=1,M	432	
122	R1(I)=0.0	24	
	R1(KI)=1.0	24	
	RPCZC=RCZC=RR2=0.0	24	
	S=A(KI,KJ)	24	
	B(KI)=B(KI)/S	24	
	DO 123 J=1,N	24	
123	A(KI,J)=A(KI,J)/S	168	
	R1(KI)=R1(KI)/S	24	
	DO 125 I=1,M	24	
	IF(I.EQ.KI) GO TO 125	432	24 (5.6%)
	T=A(I,KJ)	408	
	B(I)=B(I)-T*B(KI)	408	
	DO 124 J=1,N	408	
124	A(I,J)=A(I,J)-T*A(KI,J)	2856	
	R1(I)=R1(I)-T*R1(KI)	408	
125	CONTINUE	432	
	T=CZC(KJ)	24	
	CZCO=CZCO-T*B(KI)	24	
	DO 127 J=1,N	24	
127	CZC(J)=CZC(J)-T*A(KI,J)	168	
	RCZC=RCZC-T*R1(KI)	24	
	T=R2(KJ)	24	
	R20=R20-T*B(KI)	24	
	DO 128 J=1,N	24	
128	R2(J)=R2(J)-T*A(KI,J)	168	
	RR2=RR2-T*R1(KI)	24	
	IS=NUM1(KI)	24	
	NUM1(KI)=NUM2(KJ)	24	
	NUM2(KJ)=IS	24	
	S=PC1(KI)	24	
	PC1(KI)=PC2(KJ)	24	
	PC2(KJ)=S	24	
	S=C1(KI)	24	
	C1(KI)=C2(KJ)	24	
	C2(KJ)=S	24	
	DO 131 I=1,M	24	
131	A(I,KJ)=R1(I)	432	
	PCZC(KJ)=RPCZC	24	
	CZC(KJ)=RCZC	24	
	DO 134 J=1,N	24	
	IF(ABS(CZC(J)).LT.SEIDO) CZC(J)=0.0	168	0 (0.0%)
	IF(ABS(PCZC(J)).LT.SEIDO) PCZC(J)=0.0	168	168 (100.0%)
134	CONTINUE	168	
	IF(ABS(CZCO).LT.SEIDO) CZCO=0.0	24	0 (0.0%)
	IF(ABS(PCZCO).LT.SEIDO) PCZCO=0.0	24	24 (100.0%)
	DO 135 I=1,M	24	
	IF(ABS(B(I)).LT.SEIDO) B(I)=0.0	432	0 (0.0%)
135	CONTINUE	432	
	GO TO 4	24	
	END		
* SOURCE STATEMENT *		EXECUTION TIME =	269 MSEC
	SUBROUTINE KAKU(M,N,NUM1,NUM2,B,CZC,PCZC,CZCO,PCZCO)		EXECUTIONS
	DIMENSION NUM1(M),NUM2(N),B(M),CZC(N),PCZC(N)		TRUE
	WRITE(6,601)(NUM1(I),B(I),I=1,M)	29	
601	FORMAT(11X,'KIHONKAI'/(3X,5(1HX,I3,2H=,E13.6,4X)))	29	
	WRITE(6,602)(NUM2(J),CZC(J),PCZC(J),J=1,N)	29	
602	FORMAT(11X,'HI-KIHONKAI'/(3X,3('X',I3,'= ',E13.6,'+',E13.6, 1'M',4X)))	29	
	WRITE(6,603) CZCO,PCZCO	29	
603	FORMAT(11X,'KETKAKUCHI'/3X,E13.6,'+',E13.6,'M'/)	29	
	RETURN		
	END		
* SOURCE STATEMENT *		EXECUTION TIME =	2 MSEC
	SUBROUTINE CB(NN,R,GINCOM,FXINV2,VINV,FXINV1,BENFIT,COST,RCB,	5	
	1REVENU,CHECK,DP)		
	BEN1=GINCOM*(1-(1/(1+R))**NN)/R	5	
	BENFIT=BEN1+FXINV2/((1+R)**NN)	5	
	IF(DP.EQ.20.)WRITE(6,1)GINCOM,R,NN,BEN1,FXINV2,BENFIT	5	1 (20.0%)
1	FORMAT(1H,'SUB CB',2E15.7,I2,3E15.7)	5	
	COST1=VINV*(1-(1/(1+R))**NN)*(1+R)/R	5	
	COST=FXINV1+COST1	5	
	IF(DP.EQ.20.)WRITE(6,1)COST1,FXINV1,NN,VINV,COST	5	1 (20.0%)
	RCB=BENFIT/COST	5	
	REVENU=BENFIT-COST	5	
	CHECK=0	5	
	IF(REVENU.GT.0.)CHECK=1	5	5 (100.0%)
	RETURN	5	
	END		

* SOURCE STATEMENT *	EXECUTION TIME =	13 MSEC	EXECUTIONS	TRUE
SUBROUTINE DCB(NPLN, TABLE, DP)			1	
DIMENSION TABLE(8, NPLN), LIN(25)				
DO 3001 I=1, 25			1	
3001 LIN(I)=' '			25	
ICLM=2.5*NPLN+1			1	
DO 3000 I=1, ICLM			1	
3000 LIN(I)='---'			13	
DO 990 I=1, 4			1	
IF(I.EQ.1) TL=' B'			4	1 (25.0%)
IF(I.EQ.2) TL=' C'			4	1 (25.0%)
IF(I.EQ.3) TL=' B/C'			4	1 (25.0%)
IF(I.EQ.4) TL=' R'			4	1 (25.0%)
990 WRITE(6, 991) TL, (TABLE(I, J), J=1, NPLN)			4	
991 FORMAT(1H0, 4X, A4, 10F10.3)				
1007 NP=0			2	
DO 2000 I11=5, 7			2	
DO 2000 JJJ=1, NPLN			6	
2000 TABLE(I11, JJJ)=0			30	
DO 900 I=1, NPLN			2	
IF(TABLE(8, I).EQ.1.) NP=NP+1			10	9 (90.0%)
900 CONTINUE			10	
IF(NP-1) 1000, 1001, 1002			2	
1000 WRITE(6, 1003)			0	
1003 FORMAT(1H0, 'THERE IS NO FEASIBLE PLAN')				
RETURN			0	
1002 ICNT=0			2	
DO 1004 I=1, NPLN			2	
IF(TABLE(8, I).EQ.0.) GO TO 1004			10	1 (10.0%)
ICNT=ICNT+1			9	
IF(ICNT.EQ.1) GO TO 1006			9	2 (22.2%)
TABLE(5, I)=TABLE(1, I)-TABLE(1, II)			7	
TABLE(6, I)=TABLE(2, I)-TABLE(2, II)			7	
TABLE(7, I)=TABLE(5, I)/TABLE(6, I)			7	
1006 II=1			9	
IF(ICNT.NE.1) GO TO 1004			9	7 (77.8%)
DO 1500 IS=5, 7			2	
1500 TABLE(15, II)=TABLE(15-4, II)			6	
1004 CONTINUE			10	
WRITE(6, 2300) LIN			2	
2300 FORMAT(1H , '-----', 25A4)				
PRETTL=' '			2	
DO 1105 I=5, 7			2	
IF(I.EQ.5) TITLE=' DB'			6	2 (33.3%)
IF(I.EQ.6) TITLE=' DC'			6	2 (33.3%)
IF(I.EQ.7) TITLE=' B/DC'			6	2 (33.3%)
IF(I.EQ.7) PRETTL=' D'			6	2 (33.3%)
1105 WRITE(6, 1106) PRETTL, TITLE, (TABLE(I, J), J=1, NPLN)			6	
1106 FORMAT(1H , 2A4, 2(5F10.3/6X))				
ICHECK=0			2	
DO 1005 I=1, NPLN			2	
IF(TABLE(8, I).EQ.0.) GO TO 1005			10	1 (10.0%)
IF(TABLE(7, I).GT.1.) GO TO 1005			9	8 (88.9%)
TABLE(8, I)=0			1	
ICHECK=1			1	
1005 CONTINUE			10	
IF(ICHECK.EQ.1) GO TO 1007			2	1 (50.0%)
1001 RETURN			1	
END				

図 A. ソース・リスト (4)

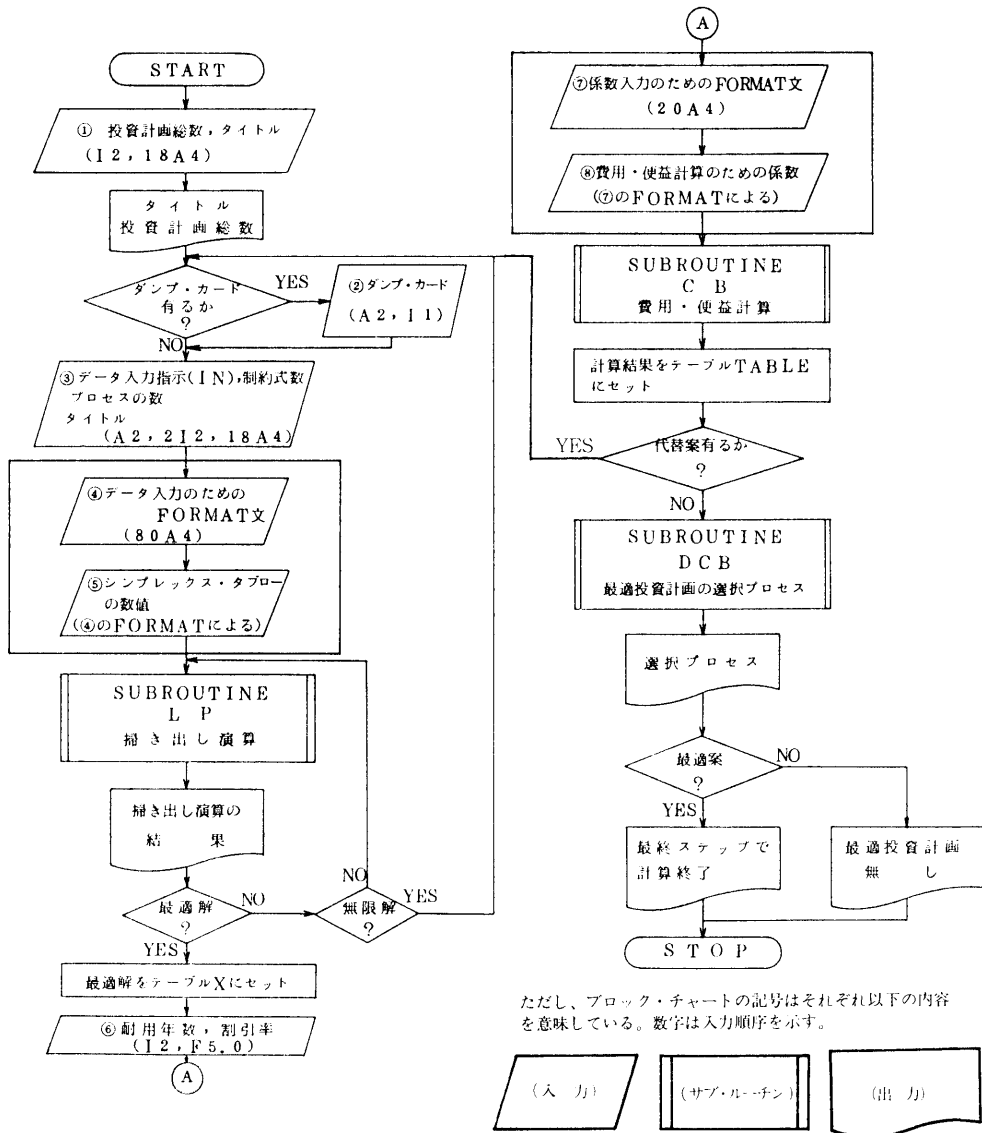


図 B. 入力データ形式と出力情報のブロック・チャート

DATA CARD IMAGE

SEQ. 図Bで
の番号

代替案の数→5****PPBS*****C/B ANALYSIS*****	1.....①
ダンプ・カード→DPO	2.....②
制約式とプロセスの数→IN 16 7*PLAN 1*****	3.....③
FORMAT 文→(8F10.0)	4.....④
	5↑
2.33 2.25 2.33 2.25 8.12 0.6 12.95 33.66	6
1.0 0.16 0.14 0.14 0.78 3.33 0.89	7
0.79 0.35 3.86 2.16 -10.74 -0.6 -6.31 2.72	8
1.0 0.16 0.14 1.3 0.3 1.48	9
0.31 0.42 0.85 1.11 -24.66 -1.2 -14.64 1.58	10
1.0 0.16 0.14 1.84 0.57 1.61	11
0.61 0.21 0.21 1.11 -16.8 -1.0 -10.95 1.63	12
1.0 0.39 0.06 2.55 3.33 0.9	13
0.79 0.35 3.86 1.56 -3.89 -0.05 -1.65 2.36	14
1.0 0.72 0.18 1.11 0.05	15
2.22 9.62 5.5 -2.3 -0.12 -1.2 2.91	16
1.0 1.0 6.1 2.1 1.5 3.0	17
6.95 5.8 5.3 4.4	18
13.0 24.1 60.0 60.0 60.0 60.0 60.0	19
60.0 60.0 60.0 60.0 1769.0	20
	21↓
20.16 7.02 -3.17 -3.27 10.36 17.16 16.11	22
耐用年数・割引率→6 0.05	23
(A1, I1, I2, 7 (F2.0, F8.0))	24.....⑥
B1 117 4.6 ←プロセス17の固定財投資額の残存価値	25.....⑦
B2 1 3.1 ←プロセスの稼働水準に比例しない固定財投資額の残存価値	26↑
C1 117 23.0 ←プロセス17の固定財投資額	27
C2 1 31.0 ←プロセスの稼働水準に比例しない固定財投資額	28
各プロセスの現金経営費→C3 717 2.805 18 2.72 19 1.58 20 1.63 21 2.36 22 2.91 23 4.4	29
各プロセスの労働時間数→C4 717 274.1 18 143.0 19 83.2 20 87.1 21 154.9 22 281.0 23 400.5	30
農村労働賃金→C5 1 0.022	31
各プロセスの地代→C6 618 3.6 19 1.8 20 1.8 21 3.6 22 1.8 23 1.8	32
入力データ終了→E	33
	34↓

第Ⅰ案の投入産出係数

⑤

制限量

プロセス純収

益係数

⑥

⑦

費用・

便益計

算のた

めの諸

係数

(Ⅱ案, Ⅲ案, Ⅳ案のデータは省略)

IN 16 7*****PLAN 5*****	131.....③
(8F10.0)	132.....④
0.82 0.79 0.82 0.79 9.98 1.29 17.05 37.39	133
1.0 0.11 0.1 0.1 0.56 2.38 0.64	134
0.56 0.25 2.76 1.54 -13.98 -0.85 -8.39 2.72	135
1.0 0.11 0.1 0.93 0.21 1.06	136
0.22 0.3 0.61 0.79 -32.88 -1.6 -19.52 1.58	137
1.0 0.11 0.1 1.32 0.4 1.15	138
0.43 0.15 0.15 0.79 -23.52 -1.4 -15.33 1.63	139
1.0 0.28 0.04 1.82 2.38 0.64	140
0.56 0.25 2.76 1.11 -3.89 -0.05 -1.65 2.36	141
1.0 0.72 0.18 1.11 0.05	142
2.22 9.62 5.5 -2.3 -0.12 -1.2 2.91	143
1.0 1.0 6.1 2.1 1.5 3.0	144
6.95 5.8 5.3 4.4	145
13.0 24.1 60.0 60.0 60.0 60.0 60.0	146
60.0 60.0 60.0 60.0 1361.0	147
	148
19.48 7.02 -3.17 -3.27 10.36 17.16 16.11	149
6 0.05	150
(A1, I1, I2, 7 (F2.0, F8.0))	151
B1 117 5.045	152.....⑥
B2 1 74.5	153.....⑦
C1 117 27.45	154
C2 1 439.0	155
C3 717 3.12 18 2.72 19 1.58 20 1.63 21 2.36 22 2.91 23 4.4	156
C4 717 96.3 18 101.0 19 57.8 20 60.5 21 109.9 22 254.0 23 375.5	157
C5 1 0.022	158
C6 618 3.6 19 1.8 20 1.8 21 3.6 22 1.8 23 1.8	159
E	160
	161
	162↓

第Ⅴ案のデータ

⑤

⑧

図 C. 入力データのカード・イメージ

(各代替案の最適解)

* TITLE * * * * * PPBS * * * * * C/B ANALYSIS * * * * *

* NO. OF PLANS 5 <-代替案総数

* * * * * PLAN 1 * * * *

ROW=16 COLUMN=7 (代替案Ⅰの結果)

KANRYO
KIHONKAI

X 1=0.130000E+02 X 2=0.794249E+01 X 3=0.229408E+02 X 4=0.182303E+02 X 5=0.363396E+01
 X 6=0.152632E+02 X 7=0.226959E+02 X 10=0.715675E+00 X 9=0.132750E+02 X 14=0.766999E+01
 X 19=0.144970E+02 X 12=0.668729E+01 X 17=0.165427E+02 X 22=0.166055E+01 X 13=0.226987E+03
 X 16=0.118444E+04

HI-KIHONKAI

X 15=0.609041E+00 X 11=0.325288E+01 X 8=0.201446E+01
 X 20=0.527397E+00 X 21=0.300423E+01 X 18=0.348595E+01
 X 23=0.717366E+01

KEIKAKUCHI

0.316041E+03

∫ (代替案Ⅱ, Ⅲの出力結果省略)

* * * * * PLAN 4 * * * *

ROW=16 COLUMN=7 (代替案Ⅳの結果)

KANRYO
KIHONKAI

X 1=0.115190E+02 X 22=0.129501E+01 X 3=0.246692E+02 X 4=0.217601E+02 X 5=0.479960E+01
 X 6=0.180653E+02 X 7=0.227999E+02 X 9=0.163997E+02 X 18=0.148099E+01 X 14=0.682831E+01
 X 19=0.228050E+02 X 12=0.609278E+01 X 17=0.317081E+02 X 10=0.671963E+01 X 13=0.516041E+03
 X 16=0.434828E+03

HI-KIHONKAI

X 15=0.645068E+00 X 23=0.196883E+02 X 2=0.101594E+01
 X 20=0.194225E+01 X 21=0.100775E+01 X 11=0.307603E+01
 X 8=0.615981E+01

KEIKAKUCHI

0.578634E+03

* * * * * PLAN 5 * * * *

ROW=16 COLUMN=7 (代替案Ⅴの結果)

KANRYO
KIHONKAI

X 1=0.583260E+01 X 10=0.263947E+02 X 3=0.335331E+02 X 4=0.313563E+02 X 5=0.122868E+02
 X 6=0.254083E+02 X 7=0.183582E+02 X 8=0.466107E+01 X 9=0.251673E+02 X 14=0.450972E+01
 X 19=0.241000E+02 X 12=0.533978E+01 X 17=0.311183E+02 X 18=0.716740E+01 X 13=0.582048E+03
 X 16=0.139915E+03

HI-KIHONKAI

X 15=0.890072E+00 X 22=0.216445E+02 X 2=0.110022E+02
 X 20=0.141479E+01 X 21=0.265906E+01 X 11=0.524916E+01
 X 23=0.227127E+02

KEIKAKUCHI

0.580102E+03

(最適案の選択プロセス)

代替案	I	II	III	IV	V
B	1663.223	1830.163	2650.480	3084.249	3117.162
C	1689.383	1754.921	2425.140	2778.549	3085.732
B/C	0.985	1.043	1.093	1.110	1.010
R	-26.160	75.242	225.340	305.700	31.430
ΔB	0.0	1830.163	820.316	433.769	32.913
ΔC	0.0	1754.921	670.218	353.409	307.183
ΔB/ΔC	0.0	1.043	1.224	1.227	0.107
ΔB	0.0	1830.163	820.316	433.769	0.0
ΔC	0.0	1754.921	670.218	353.409	0.0
ΔB/ΔC	0.0	1.043	1.224	1.227	0.0

THIS SYSTEM WAS TERMINATED

図 D. 出力結果

型計算機センターで使用可能な **FORDAP** の諸機能のうち以下の機能を中心に活用した。① **FORTRAN** プログラムの各実行文の実行回数の計測。I F 文では論理式の値が真となる場合の数の計測。②プログラム単位ごとの CPU タイムの計測。**FORDAP** によれば、「**EXECUTIONS**」の数の多いステートメントに着目してシステム開発を進めればよいことになる。なおテスト・データは本稿で使用した投資計画のうち、大経営の場合のデータを使用している。

要 約

酪農の投資計画にはいくつかの代替案がある。複数の代替案から最適な代替案を選択・決定するシステムについて考察する。システムの基本概念は **PPBS** (**Planning-Programming-Budgeting System**) である。**PPBS** には4つの基本項目がある。すなわち、(1) 目標の設定、(2) 資源量の制限、(3) 複数の代替案、(4) 代替案相互間の比較検討、以上4項目である。**PPBS** とシステムズ・アナリシスの概念をもとにしたシステムを構成し、線型計画法で各代替案の最適解を求め、費用便益分析で代替案相互間の比較検討を行う。このシステムの特徴は各代替案の最適解を求めるとともに、代替案相互の比較をシステムティックに行えることである。

酪農の最適投資計画を例にして、システムの流れを示せば以下ようになる。1) 投資計画を作成する。2) 生産技術を表わす投入産出表を作成する。3) 制限要因を発見する。4) 線型計画法を用いて各プロセスの最適稼働水準を決定する。5) 割引率、計画期間を考慮し、便益と費用を推計する。便益と費用は時間的経過の中で発生する便益と費用を現在価値に価値換算したものである。6) 実行可能案かどうか費用便益比率を判定基準として決定する。7) 他の代替案を検討し、代替案があればステップ2へ続く。8) 代替案がすべて考慮されると、限界費用便益比率を判定基準として最適案を採択する。

以上の基本構想に基づくシステムを開発し、5つの代替案を前提に実行した。すなわち、第Ⅰ案：手しぼり、従来の牛舎、耕耘機、手刈り、第Ⅱ案：手しぼり従来の牛舎、耕耘機、草刈機、第Ⅲ案：ミルクカー、改良牛舎、耕耘機、草刈機、第Ⅳ案：ミルクカー、改良牛舎、トラクター、モアー、第Ⅴ案：パイプライン、バーンクリーナー、改良牛舎、トラクター、モアーである。制限資源量を水田 72 アール、畑 154 アール、労働時間 1 カ月 600 時間とすれば、最適計画案は第Ⅳ案

になる。

システムの基本構造はバッチ処理 (**Batch Processing**) および コンピューターのより高度の利用技術であるディマンド処理 (**Demand Processing**)、**TSS** (**Time Sharing System**) にも汎用できるものと考えらる。

文 献

- Hayenga, M. L., T. J. Manetsch and A. N. Halter 1968 Computer simulation as a planning tool in developing economics. *Amer. J. Agr. Econ.*, 50 (5) : 1755-1759
- 福島康人訳 1969 ノービック : **PPBS** の理論と手法 日本経済新聞社、東京
- 飯尾 要 1972 経済サイバネティクス。日本評論社 東京、25-39 頁
- 甲斐 論 1976 肉牛生産の展開構造。明文書房、東京、131-132 頁
- 経済企画庁 経済研究所 システム 分析 調査室 1969 **PPBS** 研究資料。経済企画庁経済研究所、東京、1-44 頁
- Kelso, M. M. 1968 Public land policy in the context of **Planning-Programming-Budgeting System**. *Amer. J. Agr. Econ.*, 50(5) : 1671-1685
- 児島俊弘 1970 地域農業の「システム化」について 農業総合研究, 24(2) : 167-180
- Maass, A. 1966 Benefit-cost analysis. *Quart. J. Econ.*, 80(2) : 208-226
- Margolis, J. 1959 The economic evaluation of federal water resource development. *Amer. Econ. Rev.*, 49(5) : 96-111
- 宮川公男 1969 **PPBS** の原理と分析。有斐閣、東京
- 宮川公男訳 1969 ライデン・ミラー : **PPBS** とシステム分析。日本経済新聞社、東京
- 宮川公男・浦尾武昭・川村直道・小島祥一・伏屋和彦 1971 **PPBS** の研究。経済企画庁経済研究所、東京、11-40 頁
- 二階堂副包 1964 線型数学。培風館、東京
- 尾上久雄・阪本靖郎訳 1975 ダスグプタ・ピアース : コスト・ベネフィット分析。中央経済社、東京
- 小野勝章 1976 計算を中心とした線形計画法。日科技連、東京
- Prest, A. R. and R. Turvey 1965 Cost-benefit analysis : A survey. *Econ. J.*, 75(300) : 683-735
- 土屋圭造 1974 日本農業経済論。日本評論社、東京 167-184 頁
- 土屋圭造・山中 守 1977 システム分析による酪農の最適投資計画。桑原正信編 : 公庫資金需要の計測に関する調査研究。農林漁業金融公庫、東京、4-34 頁
- 牛島和夫 1976 **FORDAP-FORTRAN** プログラム

動的解析システムについて、九州大学大型計算機
センター広報, 9(2): 100-110
山中 守 1976 社会科学とアプリケーション・プ

ログラム、九州大学大型計算機センター広報,
9(3): 195-202

Summary

It is obvious that investment for a dairy farm can be done through different alternative plans. In this study the decision-making system of choosing the optimal plan from a number of alternatives is considered. The concept of such a system is known as Planning-Programming-Budgeting System (PPBS). There are 4 basic elements in PPBS, namely, (1) objective function, (2) resource restrictions, (3) various alternatives, and (4) comparison among the alternatives.

The system developed in this study, is primarily based on the concepts of PPBS and systems analysis. The optimal solution for each alternative is obtained by the linear programming technique, and the cost-benefit analysis method is used for comparing the results among the alternatives. The special character of the system is that, along with the optimal solution for each alternative, the mutual comparison of the results among various alternatives is performed systematically.

The steps for finding the optimal investment plan and the flow of the system are illustrated as follows: (1) formulating the investment plan for each alternative, (2) making the input-output table to show the production technological coefficients, (3) finding the elements of resource restriction, (4) deciding the optimal operation level for each process by the linear programming method, (5) considering the appropriate discount rate and economic life of the project and evaluating the benefits and costs by discounting the stream of benefits and costs at different points of time to get the present values, (6) using cost-benefit ratio as a criterion to decide the feasible plan, (7) checking whether there are still other alternatives; if there are, start from the step 2 again, and (8) if all alternatives have already been considered, then looking at the marginal cost-benefit ratio and choose the most appropriate one.

Based on the above principle, the system was developed by introducing a set of 5 alternative investment plans for a dairy farm. The farmer under consideration is deciding which plan he should adopt for the production, consisting of a certain method and tool as characterized by the different level of investment. The 5 alternative plans are: (1) hand milking, unimproved shed, power tiller, and hand cutting of forage crops, (2) hand milking, unimproved shed, power tiller, and forage cutter, (3) milker, improved shed, power tiller, and forage cutter (4) milker, improved shed, farm tractor, and mower, and (5) pipe-line milking system, improved shed, farm tractor, and mower. Under the assumption of the restricted resource of 72 ares rice field, 154 ares of upland field, 600 hours per month of farm labor, the alternative 4 is proved to be the optimal plan.

The basic structure of the system is useful for the Batch Processing method and the Demand Processing method and the Time Sharing System (TSS), which are at present being widely used.