

経営計画支援汎用プログラム“MPSS”とその適用

Generalized Management Planning Support System “MPSS” and Its Applications

経営計画策定に当たって、経営シミュレーションが経営と一体となって機能するには、(1)経営者が内容を納得し意思が十分反映されていること、(2)変化に応じて常に修正変更ができること、(3)計画者の代替案立案の思考を助長できるものであること、が大切である。日立製作所はこれを実現するために、次のような特徴をもっている汎用プログラム“MPSS”を開発した。

すなわち、

(1)計画モデルが経営者にも容易に理解できること、(2)プログラミングに素人の計画立案者にも簡単に扱えること、(3)目標達成の経営条件や代替案が効率よく求められること、である。

この論文では、(1)、(2)に対するプログラム簡易記述方式、(3)に対する逆方向シミュレーション方式の内容とMPSSの適用例、効果を示した。特に後者の方式が、実用に耐えるシミュレーションシステムにとって必須のポイントであることを示した。既に、日立製作所、系列会社及び顧客の数十ユーザーに対しプログラムが提供され活用されている。

佐々木浩二* Sasaki Kôji
関 進* Seki Susumu
大熊道雄* Ôkuma Michio
嶋村尚吾** Shimamura Shôgo

1 緒 言

低成長でしかも不安定・不確実な企業環境に対応していくためには、経営計画でも、(1)種々の政策代替案を策定し多角的総合的に検討すること、(2)環境が変化した場合それに素早く対応して計画を修正すること、あるいは、(3)あらかじめ複数の予測に対する複数の計画を用意しておくこと、が必要とされている。

これらを支援する手段として経営計画シミュレーションシステムを日立製作所内部や顧客と共同で研究開発する機会が度々あった。このたび日立製作所はここで得た知見を基に、経営計画支援汎用プログラム“MPSS”(Management Planning Support System)を開発した。このシステムは、各ユーザーでの専用の経営計画シミュレーションシステムの開発・運用の効率化を目的としたものであって、既に、日立製作所の内部や顧客などの数十ユーザーで利用されている。図1に示すように、各業種別アプリケーションシステムにわたって、経営計画レベルで共通的に利用できる。

2 MPSSの開発思想

経営計画策定にシミュレーション技法を利用しようとする、通常、次に挙げるような問題があり、その実現が阻害されていた。

(1) 今まで、経営計画シミュレーションにはFORTRANなどの汎用的なプログラミング言語が用いられることが多かった¹⁾。このような手段では、モデル構造、シミュレーション実行方法、データ入力、出力表示などを、一連の複雑に関連し合ったプログラムとして、ユーザーがすべて記述することになっていた。例えば、キャッシュフローを含んだ経営活動を記述するような場合、その資金の流れそのものをプログラミングするだけでなく、入力データである売上、収入、投資支出金額といったものもプログラムの入力命令で入力し、最終的に

得られる計算結果もプログラムの出力命令で出力表示するといったように、複雑な言語仕様に従っていちいちプログラミングしなければならなかった。また、感度分析のようなより高度の利用をするには、そのための複雑な処理もモデルごとにプログラミングしなければならなかった。このようにプロ

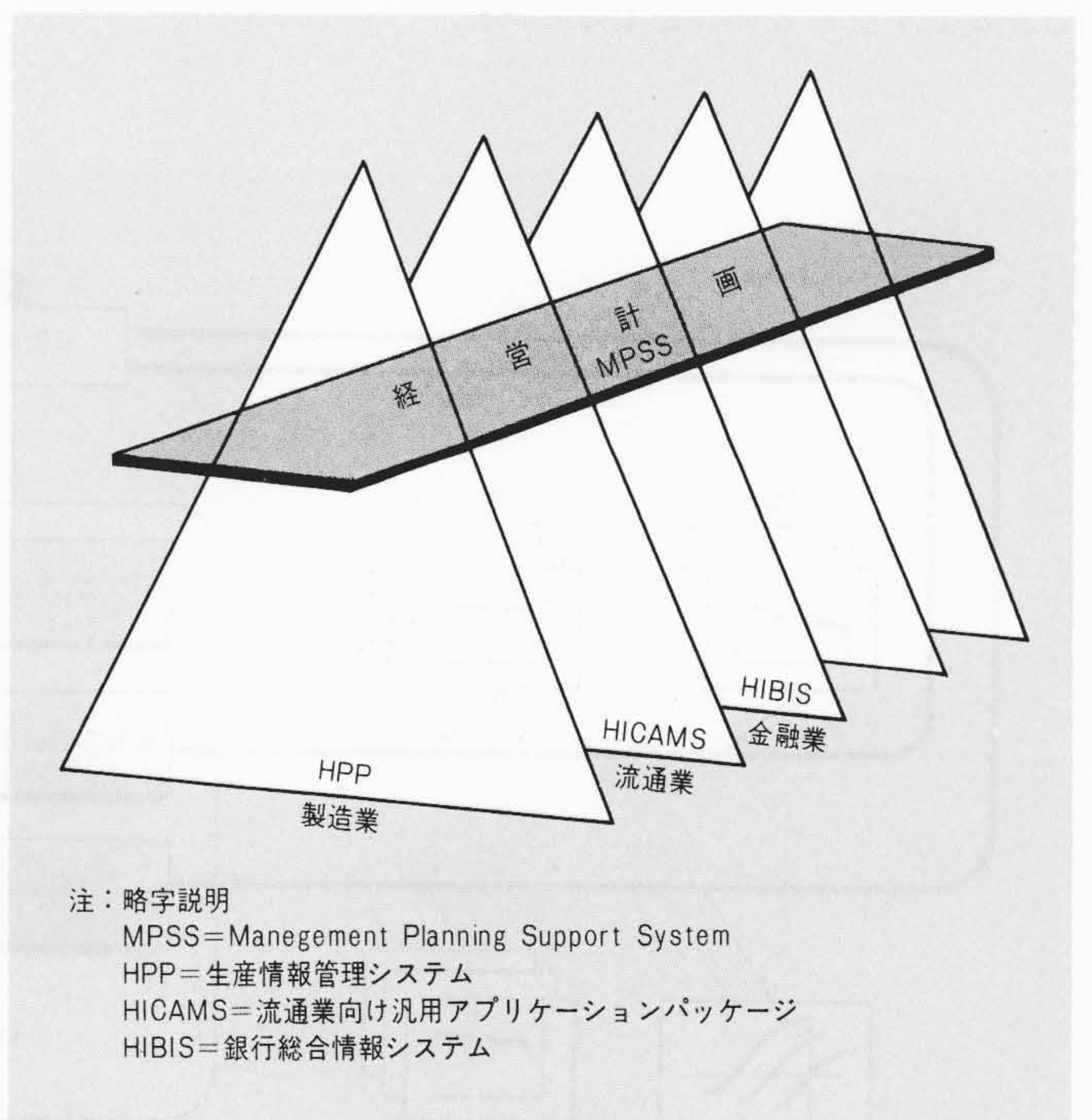


図1 業種別アプリケーションシステムとMPSS MPSSは様々な業種別アプリケーションシステムにわたって、経営計画支援のために共通に利用できる。

* 日立製作所システム開発研究所 ** 日立製作所ソフトウェア工場

グラムは膨大かつ入り組んだものとなり、1～2年、数人・年程度の開発期間・工数を要し、必要に応じてタイムリーに開発することは極めて困難であった。特に、肝心のシミュレーションモデルについては、(a)計画立案者には難解であり、満足のいくものになるように調整することが難しい、(b)また、もし出来上がったとしても、変化に即応して修正することが困難で、1～2年も経過すると陳腐化しがちである、といった問題があった。

(2) シミュレーション技法を使用すると、予測される各種の経営環境下で、ある政策をとったと仮定したときに、どのような経営結果となるかを迅速かつ精度よく評価することができる。しかし逆に、経営目標が先に与えられ、それを達成するにはどのような政策をとればよいか求められることも多い。この場合には、シミュレーションを試行錯誤的に非常に多数回実行しなければならないことになり、手数や所要時間の面から納得いく結果が得られるところまで至らないことが多い。

MPSSは、計画立案者がそれらの問題を解決できるようにするために、次のようなアプローチで開発した。

(1) 計画立案者が、プログラミングの知識をもたなくても、経営計画システムを容易に記述、修正できるようにする（プログラム簡易記述方式の開発）。

(2) 与えられた経営目標を満足するような政策変数値の組合せ（政策代替案）を制約条件下で自動的に求めることができるようにする（逆方向シミュレーション方式の開発）。

このようなMPSSの適用概念を図2に示す。

3 プログラム簡易記述方式

3.1 処理機能のモジュール化と汎用化

(1) モジュール化

プログラミングに慣れていない計画立案者にも容易に使用できるようなシステムとするため、

(a) ファイル設計を不要とすること。

(b) モデル記述、入出力指定などを同時に考慮しなければならないというプログラミング上の複雑性を除去すること。を方針に、シミュレーションシステムの機能を、以下のような機能モジュールに分離独立させ、時系列データ構造のファイルを中核とし、変数項目名をキーとして相互結合が実行時に可能なシステム構成を実現した。

(i) モデル作成

(ii) データ作成

(iii) シミュレーション実行

(iv) 感度分析

(v) 表グラフ出力表示

これらの組合せによる、計画策定シミュレーションの標準的な手順は、図3に示すとおりである（逆方向シミュレーションについては、後述する）。

(2) 汎用化

各機能モジュールでの簡易記述をねらって、それぞれの機能のうちどのユーザーにも共通的と思われる処理を抽出し、あらかじめプログラム化しておくことにした。このとき、フレキシビリティと簡便性とのトレードオフ分析に基づき、モデル記述では時系列処理を記述しないで済む簡易言語形とし、データ作成と表グラフ出力表示では簡便性を重視してパラメータ形とした。

3.2 モデルの簡易記述方式

プログラミングに慣れていない計画立案者でも、容易にモデルをプログラミングできるように、立案者が通常用いている計算式をほぼそのまま記述すればよい方式とした。すなわち、時系列処理、計算実行の順序制御などの共通的処理については、あらかじめシステムに組み込んでおき、ユーザーはいちいち記述しなくても済む（図4）。

この結果、FORTRANなどの汎用プログラミング言語を使用した場合と比べ、プログラミングの量が極めて少なくて済

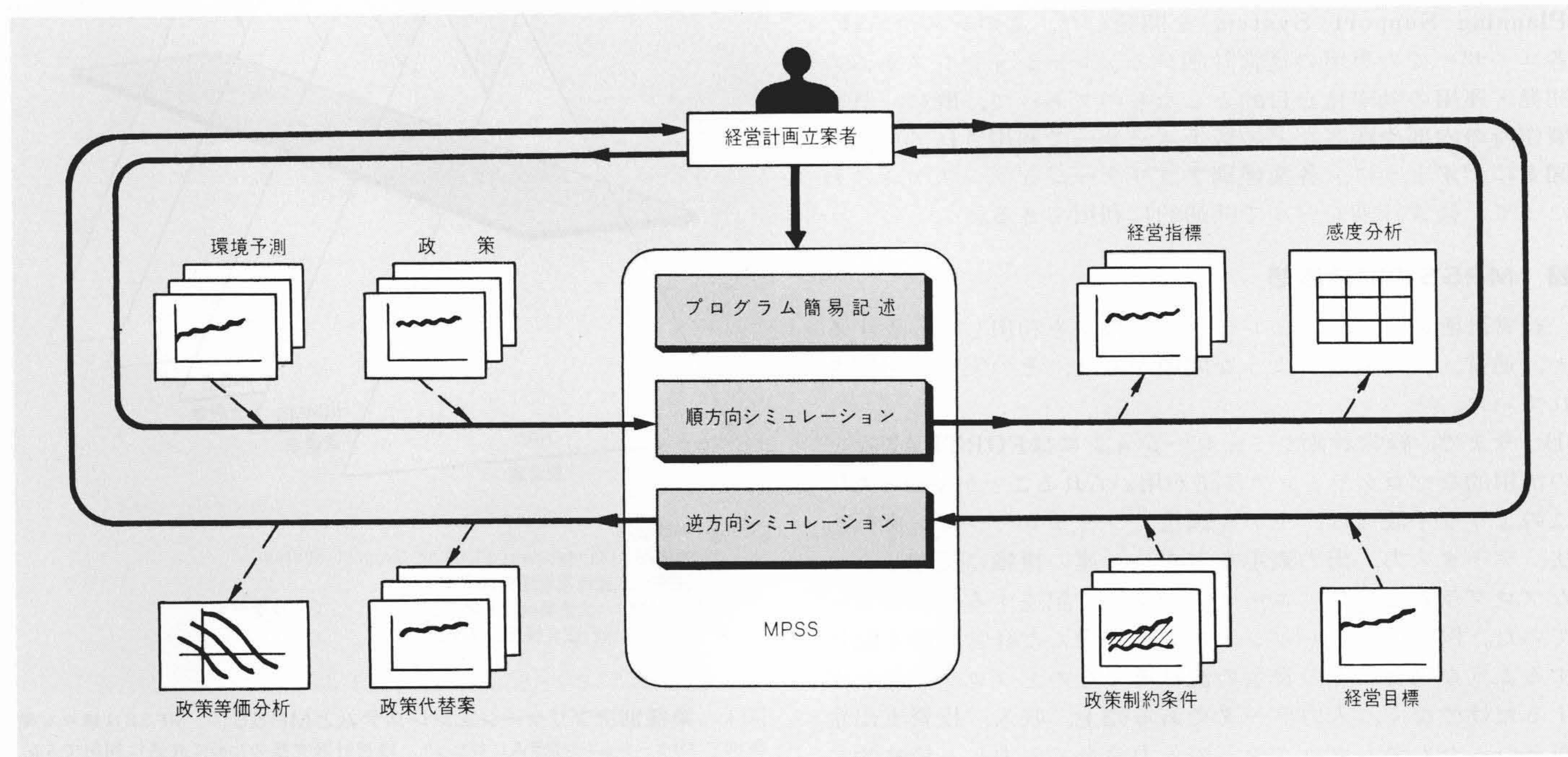


図2 MPSSの適用の概念 MPSSを用いれば経営計画支援システムを容易に実現できる。前提条件を与えて順方向シミュレーションが簡単に実行できるだけでなく、逆方向シミュレーションによって目標を満たす前提条件を求めることができる。

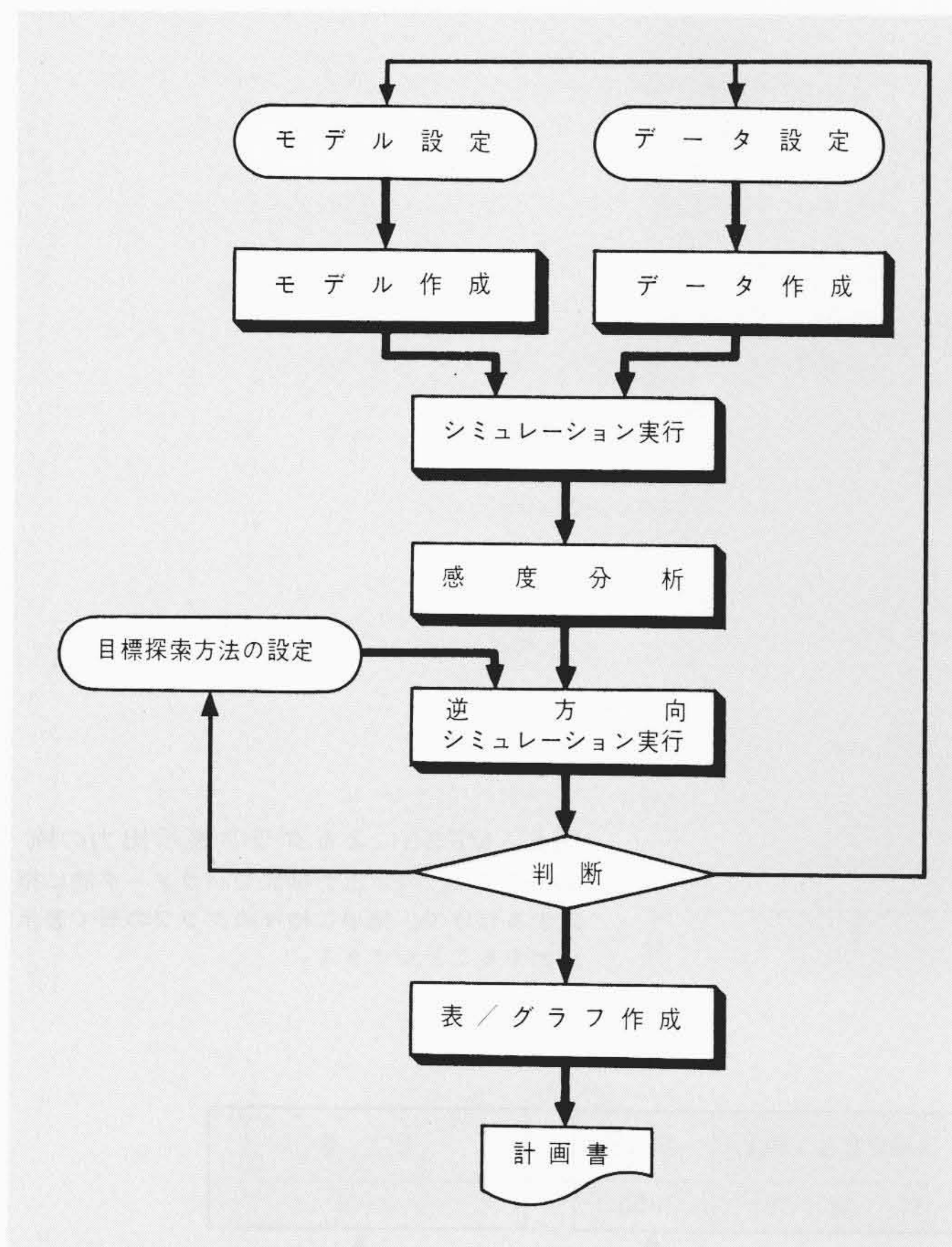


図3 MPSSの基本機能と計画策定の標準的手順 MPSSでは、シミュレーションの基本機能を分離独立させ、計算時に結合して処理が実行できるようにしてある。

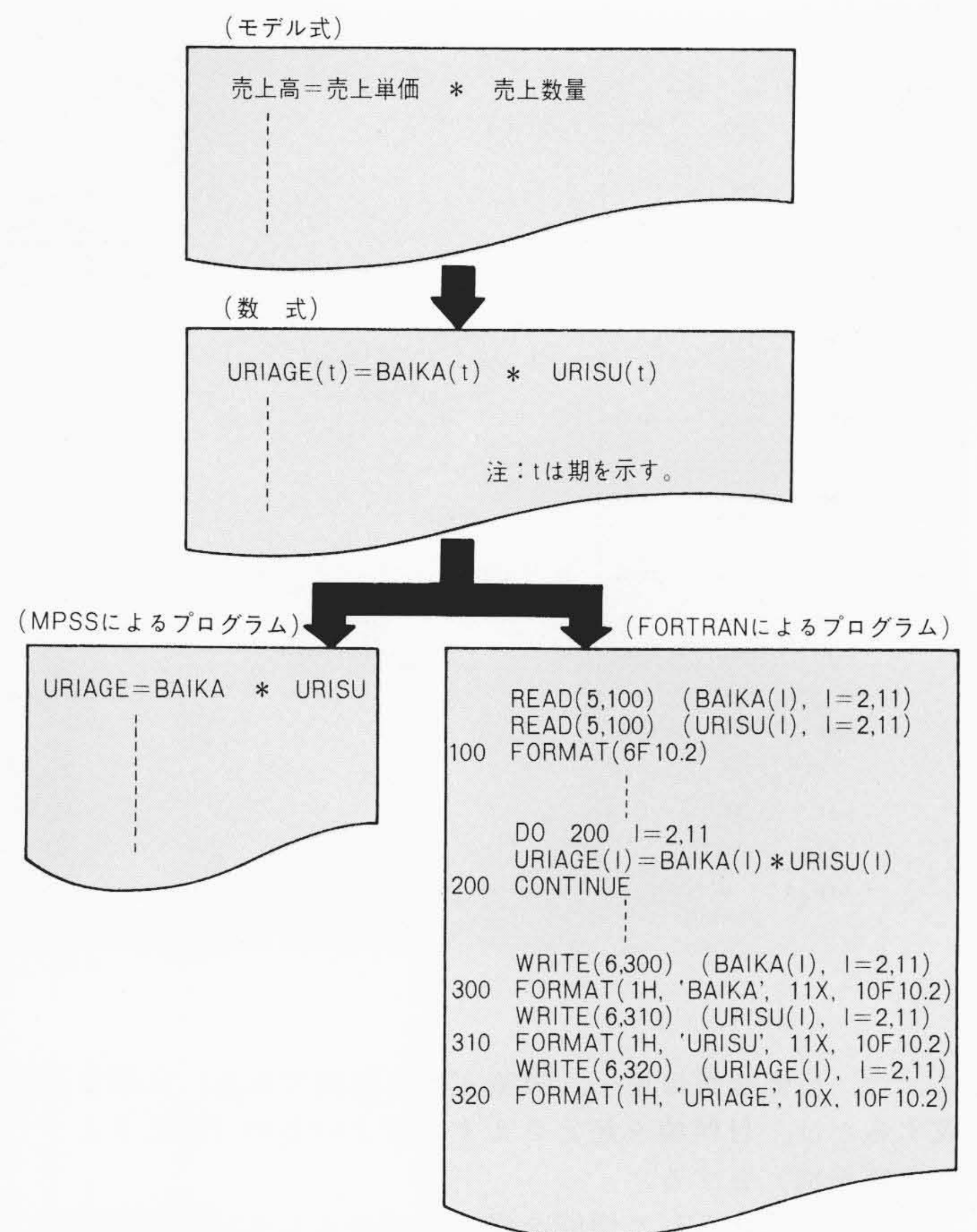


図4 モデル記述におけるMPSSとFORTRANの比較 MPSSを用いれば、モデルの数式そのものを記述するだけでよく、プログラムは量が少なく分かりやすい。

むだけではなく、内容も分かりやすいものとなった。

3.3 データ作成及び表グラフ出力表示の簡易記述方式

MPSSのデータを作成するには、モデルの変数項目名とそのデータ値を時系列状に記述する。その際に、データが時系列的に直線であれば、2時点のデータ値だけを与えるだけで該当計画期間内の他時点のデータ値も自動的に生成するようにした。同様にして、時系列的に、一定、ステップ関数状、二次曲線状などの形のデータ値を、必要最小限の値を与えて残りを関数式でジェネレートする方式とした。

また、シミュレーション結果を、表やグラフの形で表示するには、表示出力する変数項目名を指定して検索し、表やグラフのタイプ、座標、タイトルなどをパラメータ的に簡単に指定して希望する形式で表示できるようにした。出力例を図 5 に示す。

4 逆方向シミュレーション方式

4.1 政策代替案探索

MPSSでは、以上のようにモデルを簡易記述言語で作成し、それに対し環境予測や政策の値を前提条件としてパラメータ的に入力し、シミュレーションを実行することが簡単に可能である。一般にこれらの変数の関係は、非線形であり、環境変数を G 、政策変数を P 、計算の結果得られる内生変数を I とすると(1)式に示すように定式化できる。

$$\left. \begin{array}{l} I = f(G, P, I) \\ Z \subseteq I \end{array} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 Z は内生変数のうち評価項目とする目標変数である。

各変数は一般に時系列のデータをもつ。

所与の経営目標値を満たす計画案(政策値の組合せ)を求めるには、政策変数を様々に変化、組み合わせ、数多くのケースを試行錯誤的にシミュレーションすることになるが、手数や所要時間の面から実行は困難な場合が多い。

このような問題に対し、あたかもシミュレーションを逆転させたようにして、設定した経営目標を満たす前提条件（政策値などの組合せ）を求められることが実用上の強い要望である。このような政策代替案探索を実現するための機能をMPSSでは(2)式に示すように定式化した。

$$\left. \begin{array}{l} \text{目的関数} \quad g' \cdot y^- - h' \cdot y^+ \rightarrow 0 \\ \text{制約式} \quad \begin{array}{l} a - z + y^+ - y^- = 0 \\ z = f(G, P, I) \\ P \in L \\ y^+, y^- \text{の各要素} \geq 0 \end{array} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

ここで、各記号の定義は以下のとおりである。

y^+ : 目標変数が目標値を超えた値

y^- : 目標変数が目標値を下回った値

$$\left. \begin{array}{l} g : \\ h : \end{array} \right\} \text{列ベクトル} \left(\begin{array}{l} \text{各要素は } 0 \text{ 又は } 1。 \text{ 目標} \\ \text{達成判定方式により異なる。} \end{array} \right)$$

a : 目標値の列ベクトル

a : 目標値の列ベクトル

 z : 目標変数の列ベクトル

G ：環境変数

P ：政策変数

I : 内生變數

L : 政策変数の変動可能領域

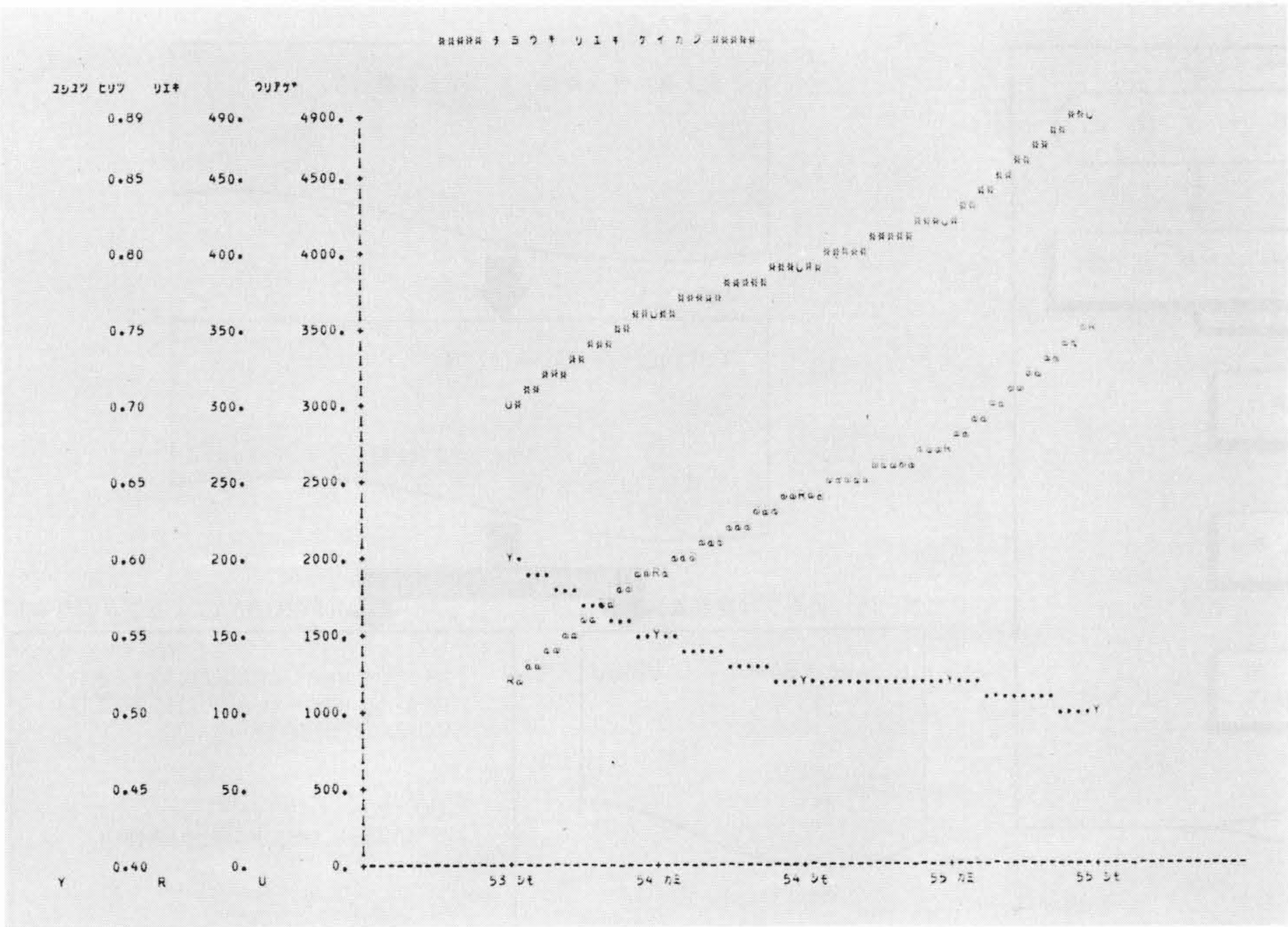


図5 MPSSによるグラフ表示出力の例
MPSSでは、表示出力様式をパラメータ的に指定するだけで、簡単に様々のグラフの形で表示出力することができる。

ここで、目標変数は単一、政策変数は複数である。目標を達成するとは、目標値を超えさえすればよいもの（超えさえすれば無差別）とする。

前式で完式化された機能を満たす技法としては目標計画法（Goal Programming）が存在するが、一般に経営モデルは非線形であるので適用できないし、線形であったとしても時系列データには向かない。

MPSSでは、図6に示すようなメカニズムでこの機能を実現した。政策値を微少量（指定した修正刻み幅）だけ変更し、再計算を実行し、その結果が経営指標の設定目標値に達しているかどうかを判定し、達するまでこの処理を自動的に繰り返す、目標を満足する政策値の組合せを探索する。

- 使用者はその際、
- (a) 目標変数名、目標の形式（期間累計値か毎期の値かなど）及び目標値
 - (b) 修正対象とする政策変数の名称、限度枠、1回当たり修正刻み幅、順序
 - (c) 政策変数修正法のパターン（輪番式かどうかなど）を指定する。

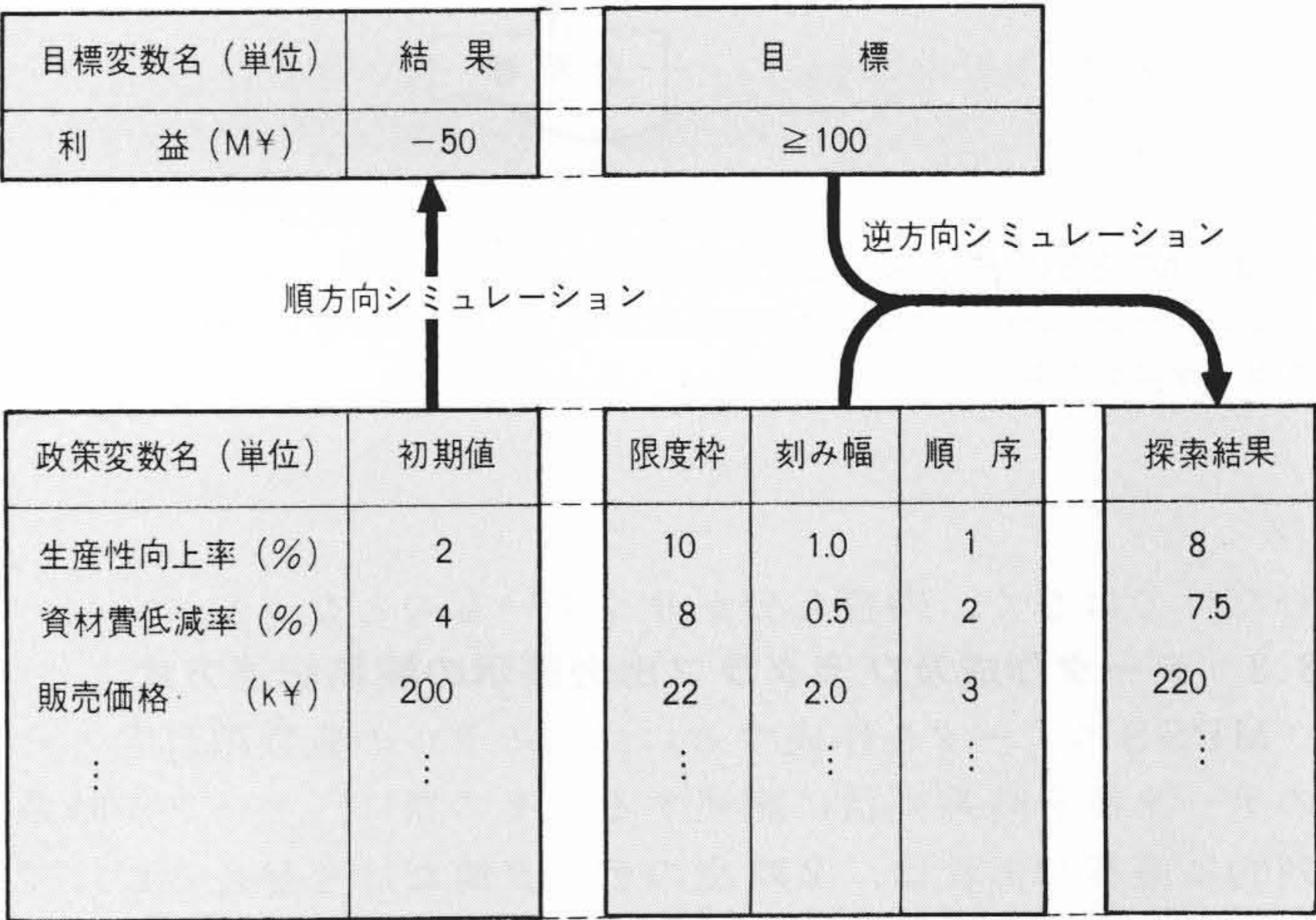


図7 逆方向シミュレーションによる政策代替案探索の例
政策変数が初期値の際の順方向シミュレーションでは、利益が目標を下回ってしまった。政策変数ごとに修正の条件を与えて、逆方向シミュレーションを実行し、目標を満たす政策変数値の組合せが探索できた。

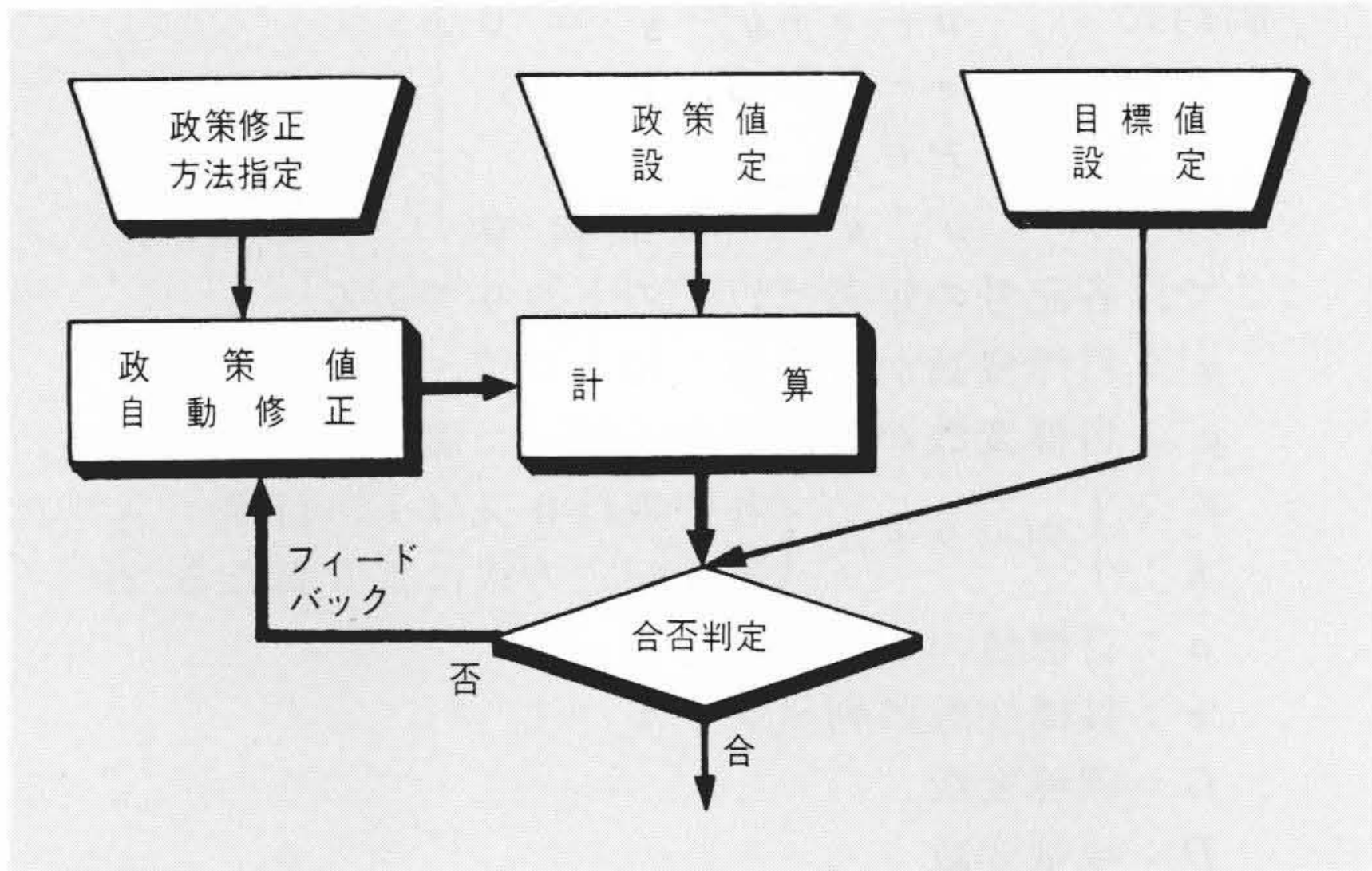


図6 逆方向シミュレーションのメカニズム
計算結果が目標値に達するまで、政策値修正—再計算のサイクルを自動的に繰り返す。

定する。
図7に実施例を示す。

この政策代替案探索機能によって導かれる政策値の組合せは、一つの満足解であって最適解ではない。しかし、この解を目安として必要に応じてその近辺を更にきめ細かくシミュレートすることによってより良い解を求めることができる。その意味でシステムの効率を大幅に改善しているといえる。また、制約条件をいろいろ変えてみることによって、解の異なる領域を探索することも可能であり、計画立案者の考察領域拡大につながり計画力の向上が期待される。

逆方向シミュレーションでの再計算は、値を修正した政策変数項目に関連するモデル式だけを計算し直すという「ミニマム再計算」方式を採っている。これにより計算処理時間の大幅な短縮を図っており、モデルの構造にもよるが、今までの経験例では数分の一に短縮された。この点からの実用性を

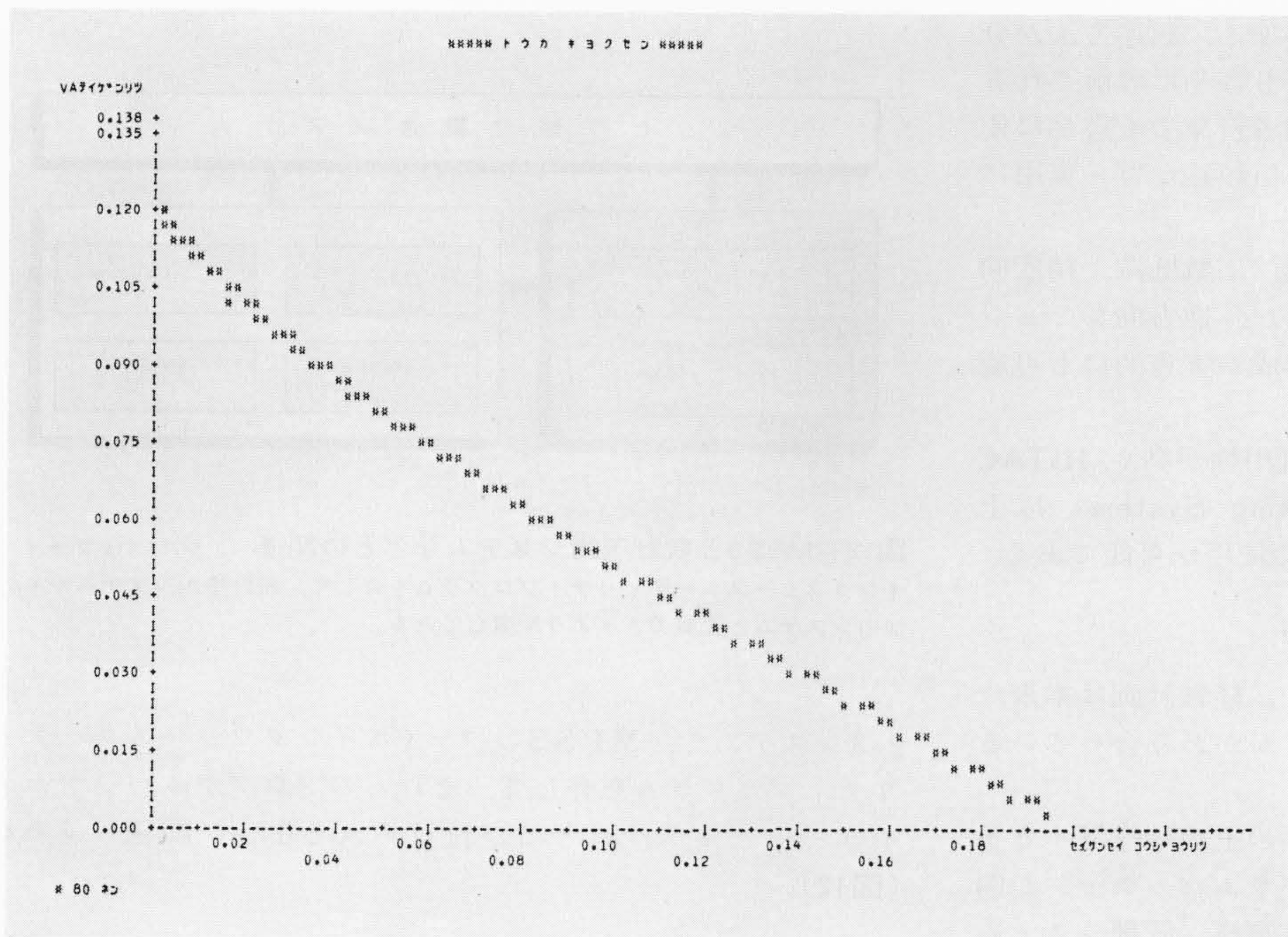


図8 政策等価分析の例 経営目標（利益＝100M円）を満たす生産性向上率とVA低減率の組合せを複数個求めることができる。

確保している。

4.2 政策等価分析

経営目標を満たす2個の政策変数の組合せを複数組、連続的に逆方向シミュレーションを繰り返して求めることができる。この結果、得られる政策等価曲線（無差別曲線）を利用すれば他の条件を固定した状態での、2個の政策変数の等価的な組合せ案の弾力的検討が可能となる（図8）。

5 適用と効果

MPSSは、日立製作所の本社・事業部・工場はもとより一

般の顧客にも数十件提供され、有効なツールとして活用されており、各種の経営計画に広く適用が可能であると考えられる。

日立製作所及び系列会社での適用業務例を図9に示す。このうち、一例として、海外事業計画の支援のためのマクロなシミュレーションモデルの例を図10に示す。

これらの適用例では次に述べるような効果が得られたが、一般的にも同様の効果が期待される。

(1) FORTRANで開発したシステム事例と比べ、プログラムの量と開発期間が1/10以下へと大幅に縮小し、各ユーザー専用の経営計画シミュレーションシステムが容易に実現できた。

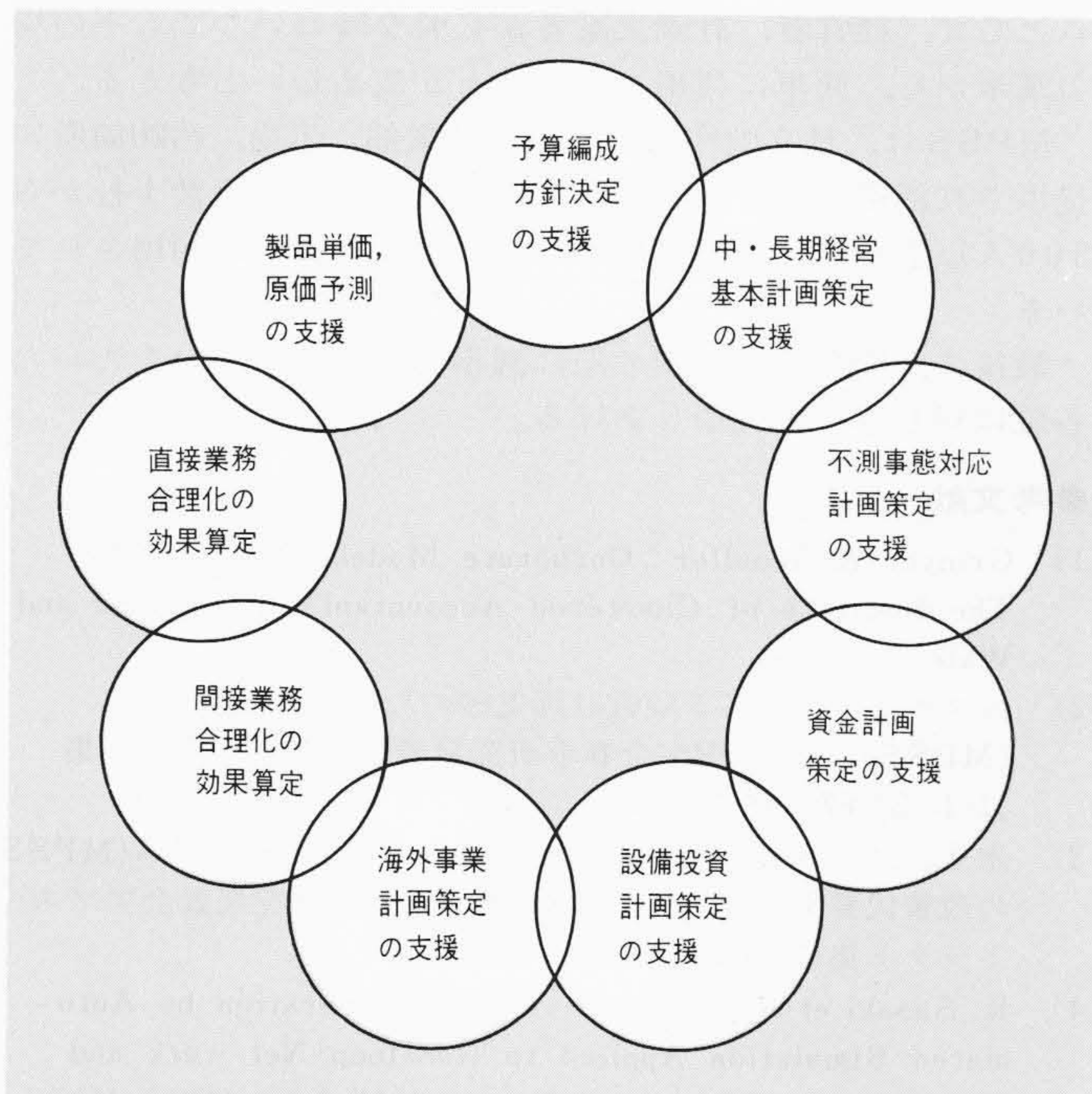
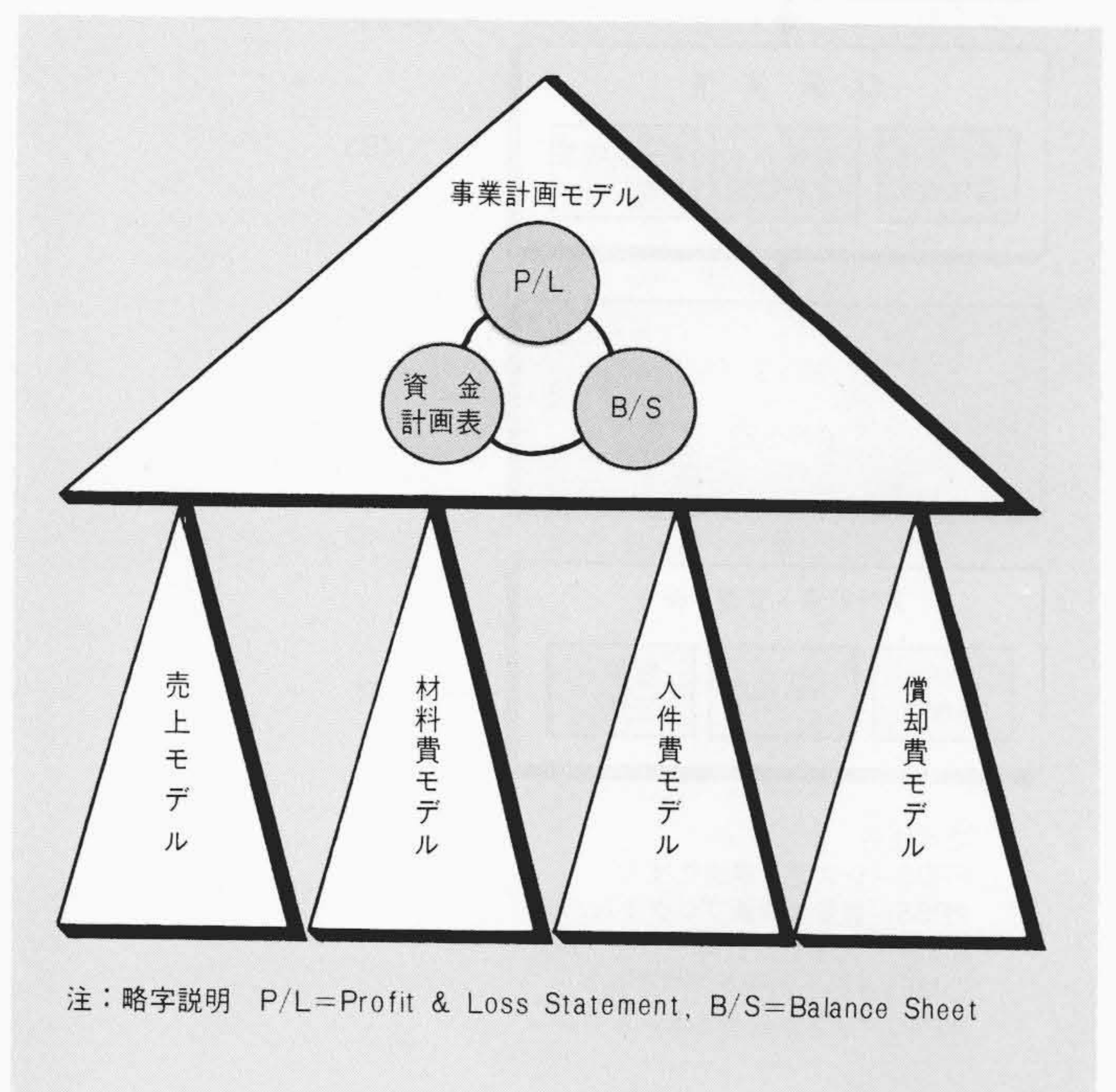


図9 日立製作所及び系列会社におけるMPSSの適用業務例
MPSSは、各種の経営計画やその他の評価計算に適用されている。



注：略字説明 P/L=Profit & Loss Statement, B/S=Balance Sheet

図10 MPSS適用における海外事業計画の支援のためのマクロモデル例
下位のモデルで売上、材料費などの個別計算を行ない、その結果を用いて上位のモデルで事業全体の計画計算を行なう。

- (2) プログラムの量が少なくて済むのに加え、記述方法が分かりやすいので、モデル構造が経営者にも容易に理解されるし、プログラミングに不慣れな計画立案者自身でも容易に使用できた。その結果、モデルについての信頼感が育ち実用に使われている。
- (3) コンピュータ化により計画の迅速化、工数低減、精度向上といった通常の効果がもたらされたほか、逆方向シミュレーション方式によって、複数代替案の作成が実務的にも可能となった。
- (4) このシステムは、計算機種に関して汎用性が高く、HITAC 8350・EDOS (Extended Disc Operating System) 以上のHITAC 8000シリーズ及びMシリーズで使用が可能である。

6 他のシステムとの関連

以上、MPSSについて紹介してきたが、経営計画は本来、戦略、予測、予算、管理警告などと深くかかわり合っているものである(図11)。

このうち、経営サイクル上、経営計画の上流に位置する予測については支援ツールとしてのプログラムパッケージが開発されており、また、下流に当たる予算編成、管理システムは、ユーザーごとにプログラム化されていることが多い。一方、それら以外の機能については、図11に示すような支援技法が開発されその一部はプログラム化されている。

MシリーズのVOS(Virtual Storage Operating System)

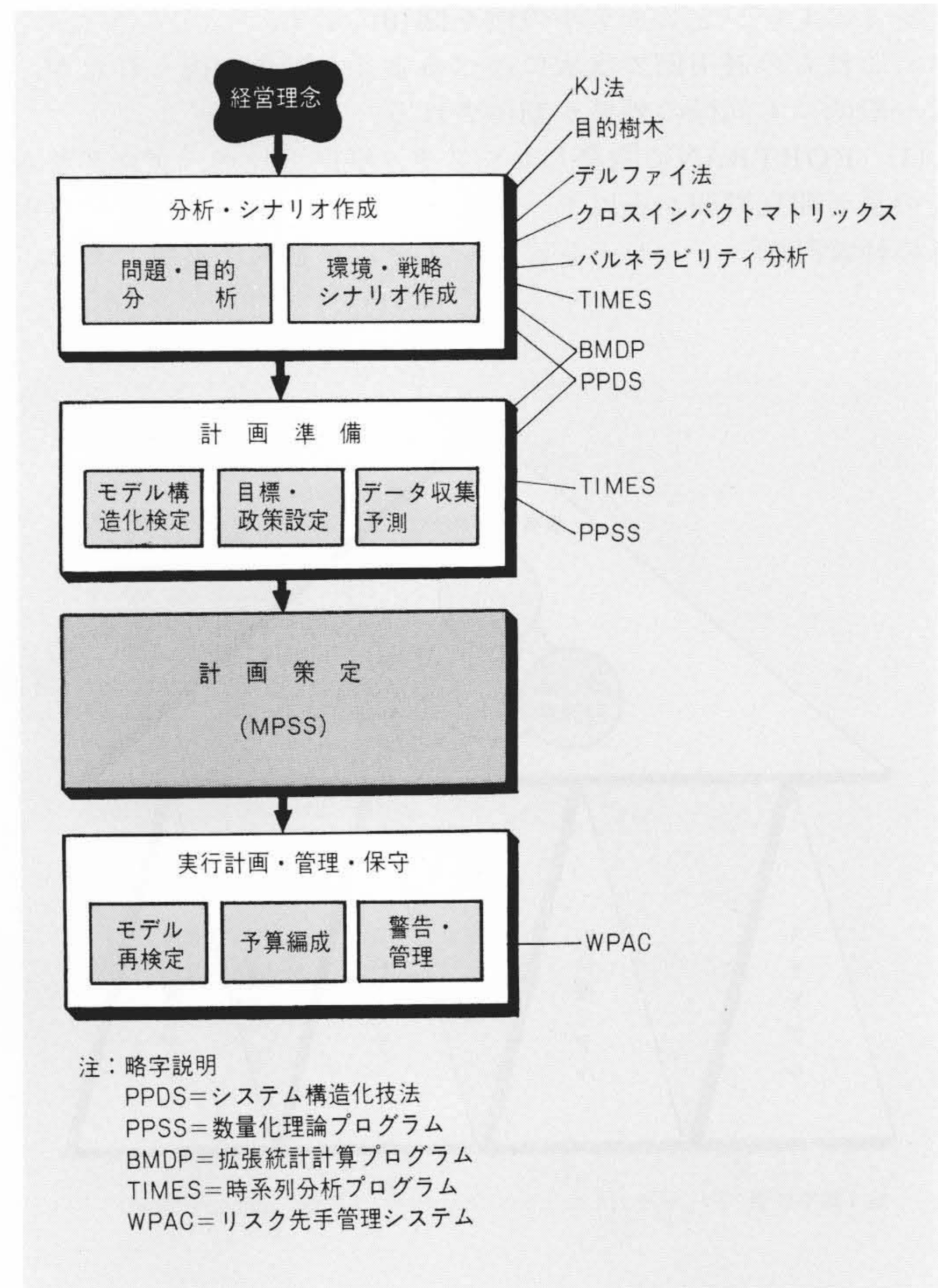


図11 経営計画策定プロセスにおけるMPSSと関連システム技法
経営計画策定のツールとしてMPSSを開発したが、その周囲の業務を支援するツール、技法との連系が大切である。

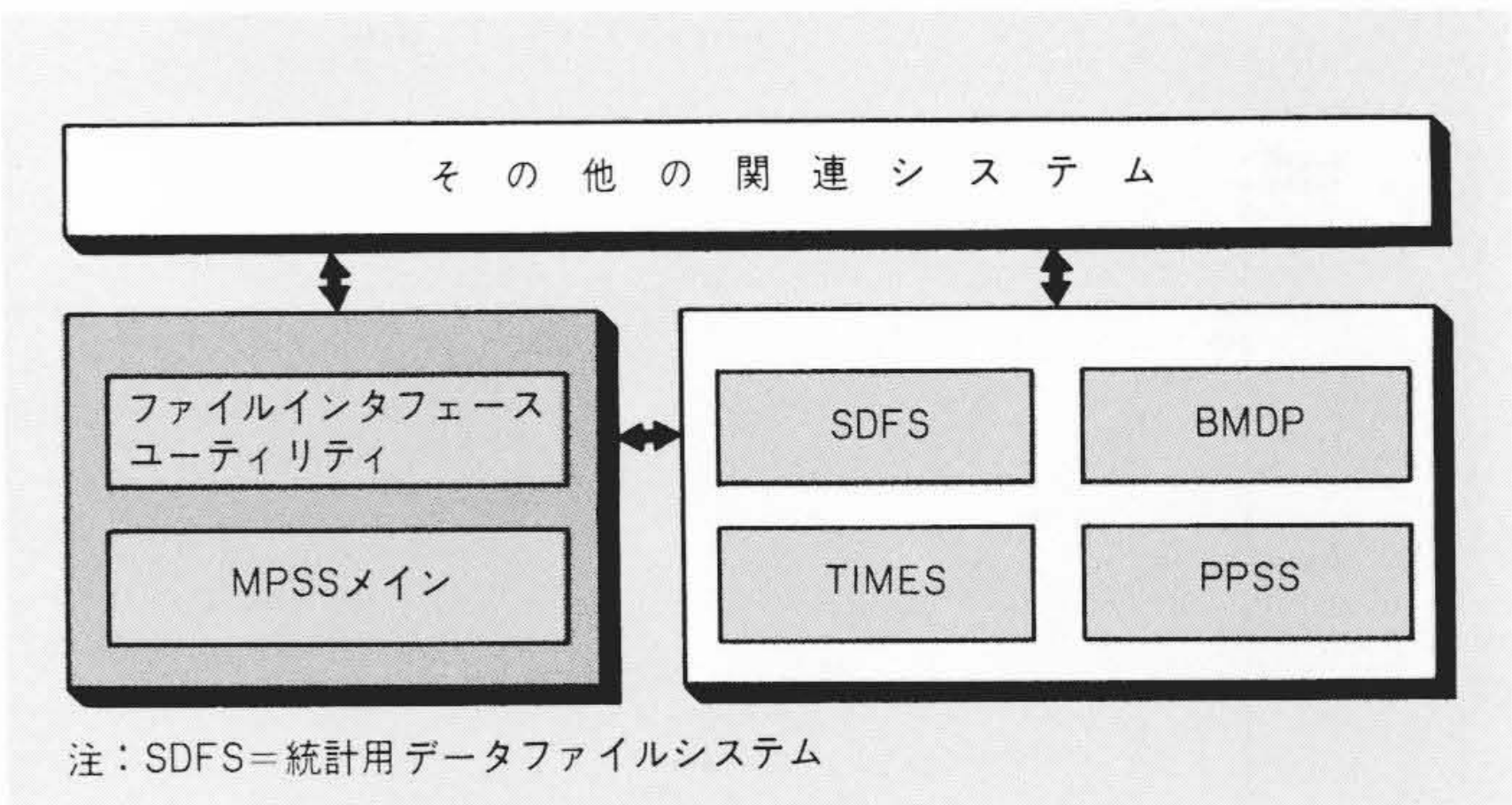


図12 MPSSと統計予測システムなどとの関連 MPSSはファイルインタフェースユーティリティプログラムを介して、統計予測システムやその他のシステムと連結できるよう配慮してある。

2/3システムで、MPSSはファイルインタフェースユーティリティプログラムを介して、それらのプログラムパッケージやユーザーシステムと結び付けられるように配慮してある(図12)。

7 結 言

経営計画シミュレーションのための汎用システムMPSSを開発し、その概要について紹介した。以下にその特長と展望をまとめて述べる。

(1) プログラム簡易記述方式を開発した。プログラミングには不慣れな計画立案者自身でも簡単に使用でき、FORTRANを用いた場合と比較してプログラムの量と開発工数が1/5以下に縮小できる。

(2) 目標を達成する入力条件の組合せを自動的に求める逆方向シミュレーション方式を開発した。これによって、政策代替案の作成が容易になり、計画の質の向上が期待される。

(3) 統計予測プログラムパッケージやその他のシステムと連系して使用することができるよう配慮されている。

(4) 将来は、TSS (Time Sharing System) 対話形システムとして、経営者、計画立案者が必要な時にいつでもその場の端末から、簡単に利用できることが望ましいと考える。

MPSSは、日立製作所の本社、事業部、工場、約20箇所に提供され活用されている。顧客に関しては延べ百数十社から300人以上が講習会に参加され、約20社に提供、利用されている。

最後に、開発及び適用の際に御指導、御協力をいただいた各位に対し厚く御礼申しあげる。

参考文献

- 1) Grinyer & Wooller : Corporate Models Today, 1975, The Institute of Chartered Accountants in England and Wales
- 2) 佐々木, ほか5名 : 経営計画支援のための汎用システム(MPSS), 日本OR学会春季研究発表会アブストラクト集(1-D-2) 67~68 (1978-5)
- 3) 永井, ほか5名 : 経営計画支援のための汎用システム(MPSS)の政策代替案作成方式, 日本OR学会春季研究発表会アブストラクト集(1-D-3) 69~70 (1978-5)
- 4) K. Sasaki et al : Alternative Plan Generation by Automated Simulation Applied to Non-loop Network and Time Series Structured Planning Models; IEEE-ICCS 78 (1978-11)
- 5) 佐々木, 嶋村 : 経営計画支援汎用システムMPSS, ビジネスコミュニケーション, 4, 50~52 (1979-4)