

JAERI-M
88-186

原子力関連施設経済性評価のための
経営分析モデルの開発と適用例

1988年10月

萬金 修一・上野 精一*
木村 繁**湯浅 忠夫**

JAERI-Mレポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の間合わせは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11茨城県那珂郡東海村）
あて、お申しこしてください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11茨城
県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.
Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Division, Department
of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun,
Ibaraki-ken 319-11, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1988

編集兼発行 日本原子力研究所
印刷 日立高速印刷株式会社

原子力関連施設経済性評価のための経営分析モデルの開発と適用例

日本原子力研究所動力炉開発・安全性研究管理部
萬金修一・上野精一*・木村 繁**・湯浅忠夫**

(1988年9月6日受理)

核エネルギー戦略分析・アセスメントの研究課題の1つに技術の事業化段階を想定した経営シミュレーション分析がある。各種の核燃料サイクル事業を基に成立する原子力発電事業や、各種の水力発電、火力発電、原子力発電技術を包括して成立する電力事業の様に複数の技術から構成されるシステムの経営に与える各技術の経済性評価は複雑である。また、原子力関連技術にはデコミッションングの様に、他の技術にはない特殊な処理を必要とするため、従来の財務モデルの適用では十分に解決しえない問題も含まれている。そこで、複数の、デコミッションングを伴う原子力関連施設から成る事業体の経営分析を行うモデルの開発をした。本報ではモデルの式体系を中心にモデルの概要を報告すると共に、石炭からガソリンを製造する事業、廃棄物処理処分関連事業の仮想的な適用例や電力事業に於ける中小型炉導入分析などの適用例についても報告する。

Development of the financial model for analyses
on economic performances of nuclear facilities and
examples of its applications

Shuichi MANKIN, Seiichi UENO^{*}
Shigeru KIMURA^{**} and Tadao YUASA^{**}

Department of Power Reactor Projects
Japan Atomic Energy Research Institute
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received September 6, 1988)

On the assumption of the commercialization stage of technologies, the analysis on performances in financial operation based on simulation studies is one of important study subjects in the field of the system analysis and economic assessments of nuclear technologies.

However, economic assessments on financial performances of such complex industries as nuclear power based on nuclear fuel cycle industries, or as electric utilities composed of hydro, fossil, nuclear power stations are complicated, and the adoption of conventional financial model is insufficient in the case of nuclear technologies which have such special financial process as decommissioning.

We, therefore, develop the computer simulation model that can analyze financial performances of nuclear facilities. In this report, the derivation of equations and outlines of the model are explained. Additionally, examples of hypothetical financial simulation studies on a coal-gasoline plant, nuclear waste industries, and analysis on economic perspectives of small size nuclear reactors for electric utilities are indicated.

Keywords: Financial Performance Analysis, Financial Model, Economic Assessment, Systems Analysis, Nuclear Energy Industries.

* National Space Development Agency

** Century Research Center Inc.

目 次

1. はじめに	1
2. モデル化の概念	3
2.1 システムの概念	3
2.2 シミュレーションの枠組み	4
2.3 複合システムへの対応の概念	14
3. モデルの定式化	22
3.1 資金収支関連の定式化	22
3.2 損益収支関連の定式化	29
3.3 財務諸表・経営指標の定式化	35
4. 計算プログラム	44
4.1 プログラム構成	44
4.2 入力データおよび計算結果出力	44
4.3 複合事業体モデル	44
5. 適用解析例	59
5.1 石炭・メタノール・ガソリン製造事業	59
5.2 放射性廃棄物処理関連事業	59
5.3 電力事業に於ける中小型炉導入分析	60
6. おわりに	89
参考文献	90

Contents

1. Introduction	1
2. Concept of model formulation	3
2.1 System concept	3
2.2 Outline of simulation	4
2.3 Treatment of complex system	14
3. Formation of model equation	22
3.1 Cash flow balance	22
3.2 Profit/loss balance	29
3.3 Financial indicators and tables	35
4. Computer program	44
4.1 Program structure	44
4.2 Input data and output results	44
4.3 Program for complex systems	44
5. Examples of simulation studies	59
5.1 Coal to methanol to gasoline plant	59
5.2 Radioactive waste management industries	59
5.3 Analysis on economic perspectives of SMSNR for electric utilities	60
6. Conclusion	89
References	90

1. はじめに

原子力発電は昭和60年度に23基、発電設備容量2452万kWに達し、総発電電力量の26%を占めるに至っているが、我が国の将来のエネルギー事情を勘案すれば、なお一層、核エネルギーの開発、導入が必要とされている。この為、動力炉の安全性、経済性、に係わる基礎、応用面での研究開発が、一層強力に推進されるべきであると考えられると共に、核燃料サイクルの確立をめざして研究開発や事業化が進められている。さらに、新型動力炉、核融合等、将来の核エネルギー技術の実現を目指した研究開発も強力に推進されており、中でも、核エネルギーをより有効に利用し、我が国のエネルギー消費の約70%を占める非電力分野への適用を目的とした高温ガス炉とその利用系技術に係わる研究開発は試験炉建設を目前にして積極的に進められるべきとされている。

このような核エネルギーに係わる研究開発の状況に対応したエネルギー戦略分析、アセスメント研究の分野における研究課題は多くあるが、その中の1つに将来技術の経済性アセスメントとしての事業化段階を想定した技術の経営シミュレーション分析がある。これは将来技術の研究開発において、その技術によるエネルギー又は製品の生産コストを主とする経済性評価を絶えまなく行い、既存技術、および他の将来技術との競争性を検討し、技術の研究開発課題に役立てる事を目的とするものである。中でも、事業化段階に入ったと見做し得る技術を対象とし、事業化を前提とした場合の経営シミュレーションは、対象とする技術によるエネルギー又は製品の生産、販売が販売価格(price)の観点から事業として採算のとれるものに成るか否かの評価をする事を主目的としており、事業化段階にある技術の最終的なチェックアンドレビューや詳細設計に資する事を目的としている。核エネルギー分野に於けるこの様な経済性アセスメントは既に多くある。コスト算出に主たる目的をもつ著名な例としては、原子力発電コスト算出とその分析⁽¹⁾があり、事業の成立性に主たる目的をもつものとしては各種の核燃料サイクル事業フィージビリティスタディー⁽²⁾がある。

しかるに、それぞれに於ける手法面(計算プログラム)を詳細に検討してみると、それぞれの方法に於いて微妙な違いを見付ける事ができる。前者の例に於いては、算出コストが初年度コスト/平均コスト/レバライズド(現在価値換算均等化)コスト等の相違を有する事が多いし、コスト成分の1つである核燃料サイクルコストの計算に於ける近似計算法や前提に相違を有する事が多い。後者の例に於いては、各産業の財務体質の相違が計算式の近似や前提に反映されている場合が多く、石油産業用に開発されたモデルを電力産業や原子力産業に用いようとすると、十分に処理し切れぬ勘定項目等が出てきて補正計算を必要とするなどの困難点を有している場合がある⁽²⁾。そこで、それぞれの目的に適合し、なおかつ手法論的に統一の取れた一連の計算モデルを開発、整備する事となり、ここに後者の開発の一環として原子力関連施設の経済性を評価する為の財務分析モデルを開発し、2.3の例に適用してみた。

開発を推進したもう一つの理由は、前者の原子力発電コストの計算に際して、コスト構成要素の1つである核燃料サイクル費の計算に於ける入力データとなるウランコスト、ウラン転換

コスト、濃縮コスト、燃料成型加工コスト、再処理コスト、廃棄物処理処分コスト、等ユニットプラントコスト（一般にプロセスコストとも呼ぶ）は、従来、大半を海外に依存していた事もあり、プライスの概念で捉えたものと、コストの概念で捉えたものとを混合して与えたり、口内で核燃料サイクル施設を持たぬが故えに、海外での現実値からの推計値を与える場合が多かった。すなわち、核燃料サイクル費の計算にそれぞれの核燃料サイクル技術の不確定要素よりも、国内外のエネルギー情勢、社会情勢などの不確定要素により大きく依存するデータを入力値として使用してきた。そこで今日、我が国に於ける核燃料サイクル施設事業の計画がよいよ具体的に進展している現状を反映して、将来に於けるそれぞれのユニットプラントコストを経営上でのプライスとして算出し、これを用いてより精度の高いと思える核エネルギー生産コストの算出や、核エネルギー生産事業の経営シミュレーションを行う事が1つの課題となってきた。ここに核燃料サイクル各施設の経営シミュレーション分析を目的として、共通に使用しうる財務分析モデルの開発が必要となった。より具体的には転換、濃縮、成型および加工、再処理、輸送、放射性廃棄物処理、処分、貯蔵等の各ユニットプラントを独立した事業主体と考え、各事業主体毎に経営シミュレーションを行い、口内で採算のとれる処理又は販売価格を求める。これらの価格を別途開発整備してきた核燃料サイクルコスト計算モデルに入力して精度よい核燃料サイクルコストを求めると共に、核エネルギー生産事業そのものにも財務モデルを適用して、その経営分析を行い、各ユニットプラントでの技術の研究開発による経済性の向上が核エネルギー生産の経済性に与える影響を検討しようとするものである。

一方、我が国のエネルギー事業体を勘案すると、各事業体は複数の異ったエネルギー技術を持っている。例えば、身近かな電力事業を例に引くと、1つの電力会社と呼ばれる事業体は、水力発電、火力発電、原子力発電などの技術から構成されており、1つの技術の開発とその経済性が事業体に与える影響を把握するためには、単に1つの技術からなる事業体の経営分析を行っても充分とは云えない。

この為には、各種のエネルギー生産技術の複合体について経営シミュレーションを行わねばならず、単一技術からなる事業体を対象とする従来の経営シミュレーションモデルでは対応できない。そこで当モデルは、複合の技術からなる事業体の経営をあたかも複数の事業部門制を持つ1つの巨大事業体を扱うかのようにシミュレーションできるように開発した。すなわち当モデル開発の新規性の1つはこの点にあるとも云え、同時に、実際の社会情勢に即したエネルギー事業の経営の検討がより容易にできるようになったとも云える。この部分の詳細は2.3, 4.3章に述べている。

最後に、開発したモデルのいくつかの適用例（仮定した入力データ例による分析）を第5節に示している。

2. モデル化の概念

2.1 システムの概念

原子力関連事業の経営についての定式化を行うまえに、当節では対象とするシステム（事業体の経営）のモデル化にあたっての基本的な概念の捉え方について述べる。

いま1つの放射性物質を扱う事業体（デューミッシングを含めた放射性物質処理が必要という意味で）の経費収支事象とタイムスケジュールの概要をFig. 2.1に示している。この図には、経営の実際に係わる詳細な、金銭の出入りは省略して基本的な流れと蓄積を概念的に示している。そこで、3章において定式化を行う前に、この図に沿って事業の経費収支の概念を整理する。

技術が1つの事業体として商業活動を開始するにあたっては、 t_s 年に会社が設立された後、図の縦軸に示すように、（事業体の性格によって事象生起の順は多少異なるが）土地買収、基本設計、詳細仕様設計、安全審査、設計および建築審査、建屋建設、装置製作、装置据付、検査、試験運転、などがあり、 t_0 年に営業運転が開始される。営業運転が開始されると、これと前後して営業活動が行われると共に、機械装置類には保守が行われる他、寿命の来たものの交換や建設、或いは増設がなされる。このようにして事業が何年か存続した後、ある任意の年 t 年で事業を終了すると仮定すると、通常の実業の終業整理以外に、原子力関連施設の場合には放射性物質を扱うが故えに、施設の解体、解体廃棄物の処理、処分に関連した経済行為が必要となり、この経済行為をも考慮しなければならぬ点が原子力関連施設の財務モデルの1つの特徴と考えられる。

次に、これらの行動をカバーする時間範囲において、如何なる経費の収支が生じるかを概観してみる。会社設立から営業開始までには、債券や株式等で代表される自己資金、が収入源であり、産業種によっては、政府や団体の低利の補助金や助成金が期待される場合もあり、長期の借入金を必要とする場合もある。詳細については3.1節において定義する。一方、この期間に於ける支出は会社設立から装置据付、試運転に及ぶ各種の経費がある。この内訳けについては土地、建物、設備費等一般に云う建設費から株式発行、事務所設営等の創業費、人件費、借入金の利息など各種の支払い項目と支払い態様が考えられるが、これについての詳細は3.1節に譲り、ここでは概念の整理を行う為に総支払い $I_v(t)$ で代表する。次に営業運転開始から事業終了に至る期間を考えてみる。収入源は製品の販売であり、概念的にはプラント規模 A 、稼働率 $a(t)$ 、製品販売価格 p 、が定まれば総売上げ収入が求まる。また、経営の状況如何によっては、短期の借入金を必要とし、これを収入源として扱う。一方、支出面を考えると、生産、製造に伴って製品のコスト要素から成る支出があり、営業に伴う支出および長期/短期の借入金の返済、株式の配当など利益の分配面での支出がある。ここでの利益算出の方法やコスト要素の定義、については事業の種類や形態に関して各種のものがあ、り、当モデル開発に当って原子力関連事業体として適したものを選択する必要がある。通常の実業の場合にはここまでであ

るが、原子力関連施設の場合は放射性物質の解体、処理、処分が営業年数に比べて長期にわたって行われ、その関連の経費支出が発生するので、更に長い期間を考慮の対象としなければならない。いま事業終了年 t_e から、解体、処理、処分の完了する年 t_f を考えると、この期間では収入源としては何もない。故一の例外は、デコミ関連費を事業終了年までに積立てておいた場合は、デコミ関連の完了時迄の支払いに至る間の利息 $d(t)$ が考えられる。一方、支出側では、原子炉プラントの例にならうと⁽³⁾、Fig. 2.2 に示すように集中的な支払い $I_{D1}(t)$ 、 $I_{D2}(t)$ がデコミ開始と終了前の2度あり、その間、定常的なデコミ関連コスト要素 $D_i(t)$ に対応した支払いが生じる。

以上がここで扱う原子力関連施設の主たる経費収支事象とその起生時間の概要であり、事業として成立する為に、収支のバランスを種々の観点から分析する為の計算プロセスをもって経営シミュレーションと通常呼ばれている。そこで、当財務モデルは、経営、収支の詳細と時間関係を忠実に、記述的にモデル化する事が基本となっている。

2.2 シミュレーションの枠組み

2.1 節で概観した収入支出の事象と、その起生時間に着目してより詳細に定義すると共に、シミュレーション計算モデル化するにあたって重要な枠組みは次の4点である。すなわち、2.2.1 収支バランス、2.2.2 コスト要素、2.2.3 価格評価と時間調整、2.2.4 シミュレーションと分析方法、である。2.2.1 収支バランスは事業が発足して終了するまでには社会の構成素として経済、経営、制度に定義されている金銭の収支体系が成立し、これがモデルの計算式の導出原理となる。特に生産物のコスト要素は日本の商慣習や産業種によって、要素項目の定義や分類法が異なる為、これが計算の勘定体系にまで影響を与える場合がある。モデルの組み立てにあたっては各種の収支項目をいずれのコスト要素で扱うか等を統一的に定義する必要がある。これを2.2.2)項で述べる。次に収支勘定に関連して、収支の起象時点が長期にわたり、かつ異なるので、収支価格、(価値の評価)、金利の概念の統一的な扱いが収支バランスの基盤として重要になってくる。これを2.2.3)項の価格評価と時間調整でとり上げる。2.2.4)項のシミュレーションと分析方法に於いては、経営学上、より一般的な分析項目にどのようなものがあるかをサーベイすると共に、エネルギー関連事業体として、抽出した評価指標(パフォーマンス・インデックス)をシミュレーションモデル上でいかに具体的に計算するか、その構成について述べる。経営状態に依存して生じる収支項目については、その起象の判定機構についても言及する。

2.2.1 収支バランスの概念

いま、収支事象の起象時刻の違いによる価格評価調整、すなわち後に述べる2.2.2)項の概念を無視して簡単に考えると、Fig. 2.1 から、ある時刻 t での収支バランス $B(t)$ は次式で示される。

$$\begin{aligned}
 B(t) = & \{ P(t) + S(t) + L(t) + A(t) \cdot a(t) \cdot p(t) + d(t) \} \\
 & - \{ I_V(t) + R(t) + \sum C_i(t) \} \\
 & - \{ I_{D1}(t) + I_{D2}(t) + \sum D_i(t) \} \dots\dots\dots (2-1)
 \end{aligned}$$

ここで、P(t)は自己資金、S(t)は補助金・助成金、L(t)は長短期借入金、A(t)はプラント規模、a(t)は稼働率、p(t)は製品価格を示しA(t)・a(t)・p(t)は製品売上収入である。一方支出側ではI_V(t)が建中支払い、R(t)は借入金返済、C_i(t)はコスト要素であり、I_{D1}(t)、I_{D2}(t)はデコミ関連支払い、D_i(t)はデコミコスト要素、d(t)はデコミ充当金利息である。また、収支バランスB(t)の累積値は一般に社内留保残と呼ばれるので、事業の成立条件を考えると

$$B_0 = \int_{t_s}^{t_f} B(t) dt > 0 \dots\dots\dots (2-2)$$

更に、一定のB₀を得る為の販売価格P(t)は(2-2)式から

$$\begin{aligned}
 p(t) = & \frac{1}{A_0} \left\{ B_0 + \int_{t_s}^{t_f} \sum C_i(t) dt + \int_{t_s}^{t_f} (I_V(t) + R(t)) dt \right. \\
 & + \int_{t_s}^{t_f} \sum D_i(t) dt + \int_{t_s}^{t_f} (I_{D1}(t) + I_{D2}(t)) dt \\
 & \left. - \int_{t_s}^{t_f} (P(t) + S(t) + L(t)) dt \right\} \dots\dots\dots (2-3)
 \end{aligned}$$

であり、ただし、A₀は営業開始t_sから事業終了t_fまでに生産した製品の全量を表わし、Fig. 2.1に示すように、

$$A_0 = \int_{t_s}^{t_f} A(t) \cdot a(t) dt \dots\dots\dots (2-4)$$

である。

以上の収支バランスは事業開始から終了に至る全体をひとまとめに概観した場合であって、これを建設期間、営業期間のように、より短期的に、或いは大きな収支事象の生じた期間の周辺に着目して収支バランスを構成したり、出資や配当、増資や短期借入など、資金の収支事象に着目して収支バランスを構成したり、コスト成分に着目して収支バランスを構成したり、経営指標に着目して収支バランスを構成する事が可能である。この為には、収支項目をより現実に近いものにならなければならないので、そこで、営業期間ごとに、各収支項目について検討し、その関係を概観する。

(1) 会社設立から営業開始までの収支項目

Fig. 2.1に示すように、この期間での収入は営業活動がないので、資金調達に依存する。民間/政府の株式、債券を中心とする自己資本P(t)、市中銀行や政府資金、その他金

融機関からの借入金 $L(t)$ があり、これはさらに市中銀行や一般金融機関からの借入を中心とする短期性のものと、政府資金や市中銀行からの借入を中心とする長期性のものがあるが、営業開始前に生じるものは長期性のものが大半であり、また、この返済も営業開始後に開始されるものが多い。さらに、助成金、補助金の類 $S(t)$ がある。一方、支出面を考えると、土地の取得費 $I_L(t)$ を初めとして、建屋建築費 $I_1(t)$ 、装置機器費用 $I_2(t)$ 、設備費用 $I_3(t)$ 、ユティリティー設備費 $I_4(t)$ 、予備費 $I_5(t)$ 、試運転費 $I_6(t)$ 、会社設立管理費 $I_7(t)$ 等があり、通常、土地取得費以外の合計 $\sum I_i(t)$ が建設費 $I_V(t)$ としてまとめて考えられている。また、(3)項で述べる施設の解体、処理、処分の費用の一部を、その性格が建設資金と似かよっている点を考慮してこのような取扱いを想定した解析ができるように、まとめて $I_D(t)$ とし、支出項目に加えておく。

(2) 営業開始から事業終了までの収支項目

営業開始から事業終了までの期間に於ける収支の特徴は、生産、販売活動が主体となっている事、および営業収益の状態により収入・支出事象が変化する点であり、モデル化にあたっては、これらの事象とその変化を予め前もって包括して考慮しなければならない点である。まず、収入面を考えると、生産、販売活動に伴って、売上げ収入 $I_{FS}(t)$ 、不定期に生じる副産物や廃棄物の売却などのその他収入 $I_{OT}(t)$ 、利益や準備金の貯蓄に伴う利息収入 $I_{BK}(t)$ などの収入がある。さらに、装置等の老朽化に伴う更新や、生産高・処理量を増加させる為の設備追加のための自己資本の増額 $P_D(t)$ や補助金、助成金 $S_D(t)$ 、或いは経営悪化に伴う短期的な借入金 $L_D(t)$ による資金調達が入収入となる事が考えられる。一方、支出面を考えると生産、販売に伴う各種の経費、すなわちコスト要素 $C_i(t)$ がまず考えられる。コスト要素には各種の区分と定義方法があるが、これについての検討は 2.2.2 項、又は 3 章に譲り、ここでは収支バランスを考えるにあたって、まとめて $C(t) = \sum C_i(t)$ で考えておく。次に重要な支出項目は借入金の返済 $R(t)$ であり、さらに事業終了年以降に発生する解体、処理費用を予め前もって積み立てておくデコミ充当準備金 $D_p(t)$ がある。

(3) 事業終了の後に発生する収支項目

通常の事業体では事業の終了後に収支が発生する可能性はまず皆無である。原子力関連施設を持つ場合は営業終了後長期間にわたって解体と処理、処分が行われる。これらの経費は経済上、事業終了時迄に支出される事になると思われるが、その評価額を決定する為には収支項目の発生を時間的に考慮し、同定しておく必要がある。ここで原子力関連施設の解体、処理、処分の行動とその支出形態については、参考文献(3)での代表例を参考にす事とした。その結果、この関連の支出項目としては大きく分けて 3 段階あり、Fig. 2.2 に示すように第一段階では閉鎖後の一部解体保守が行われ、第二段階では長期の貯蔵がなされ、第三段階では解体処分が行われるのに対応して第一、第三段階に対応して大きな支出があり、第二段階は小規模の支出が定常的に生じるという考察が得られている。そこで、それぞれの段階に対応して $I_{D1}(t)$ 、 $D_1(t)$ 、 $I_{D2}(t)$ なる支出項目を設定した。なお、収入項目は直接的にはないが、これらの支出金は、前に述べたように、事業終了年までに用意されるべきものであるから、これが実際上に経済行為として支払われる迄の利息 $d(t)$ が仮想的な収入項目として考えられる。

以上(1)~(3)でとり上げた収支項目が上に述べてきたそれぞれの期間を越えていかなる収支バランスを形成するかについて、それぞれの関連性を概観する。

まずデコミ関連費用 $I_{D1}(t)$, $D_i(t)$, $I_{D2}(t)$ について整理すると、 $I_{D1}(t)$, $I_{D2}(t)$ は建設費と同様の性格の支出形態をもち、支出額も比較的に高額で一時的であるのに対し、 $D_i(t)$ は、将来、仮りに解体、処理、処分事業が成立するものと想定すると、これらの事業体が各年毎に一定の営業収入として定義しうる性格をもっている。そこで、 $I_{D1}(t)$, $I_{D2}(t)$ は建設資金の一部と同様に扱ってデコミ資金 $I_D(t)$ とし、

$$I_D(t) = \int_{t_0}^{t_f} (I_{D1}(t) + I_{D2}(t)) dt - \int_{t_i}^{t_p} I_D \cdot d(t) dt \quad \dots (2-5)$$

と考える。ここで第2項は準備 t_i から支払い t_p に至る利息分とする。一方 $D_i(t)$ についてはデコミ充当準備金 $D_p(t)$ としてコスト要素 $C_i(t)$ と同様に扱うか、これに含めるか、の2通りを考えると、

$$\int_{t_0}^{t_e} D_p(t) dt = \int_{t_e}^{t_f} (\sum D_i(t)) dt - \int_{t_i}^{t_p} D_p d(t) dt \quad \dots (2-6)$$

であり、右辺第2項は(2-5)に於けると同様に積立期間中および支払いまでの利息を示している。

次に借入金の返済について整理してみると、営業開始前までの借入金は営業開始後直ちに返済の義務が生じ、営業開始後の借入金は借入後 n_i 年目から返済の義務が生じるとすると、営業開始後の任意時点 t 年に於ける借入金返済額 $R(t)$ は借入金を $L_i(t)$ 、返済期間を J_i 年、均等支払いとすると、概念的に

$$R(t) = \sum_{i=1}^{J-1} \frac{1}{J_i} \int_{t-J_i}^{t-n_i} L_i(t) dt, \quad t \geq t_0, \quad n_i > J_i \quad \dots (2-7)$$

ただし、 i は借入金種を示し、

$$L_i(t) = \begin{cases} 0 & t_s \leq t < t_0 - 1 \\ \int_{t_s}^{t_0-1} L_i(t) dt & t = t_0 - 1 \\ L_i(t) & t_0 - 1 < t \leq t_s \end{cases} \quad \dots (2-8)$$

すなわち、営業開始前までの借入金は $t_0 - 1$ 年に発生するとみなして扱い、借入金種における返済義務開始年と返済期間の関係は一定として扱う。また、ここで概念的にと断った意味は、上式はいままでの式での扱いと同様、異った時点に於ける価格の基準年調整や金利の効果を考慮していない段階のものであるからで、これらを考慮した場合の効果については次項 2.2.3 で述べる。

次に装置等の増設、取替え等に起因する支払い $I_{VI_i}(t)$ は、増設や取替え費用要素を I_{MI_i} 、耐用年数を Y_i とすると、

$$I_{VI_i}(t) = I_{Mi} \cdot \delta(t - (t_0 + nY_i)), \quad n = 1, 2, \dots \quad (2-9)$$

ここで,

$$\delta(t - (t_0 + nY_i)) = \begin{cases} 0 & t \neq t_0 + nY_i \\ 1 & t = t_0 + nY_i \end{cases} \quad (2-10)$$

であり、一定間隔で生じる範囲で考えると、支払の合計 $I_{VI}(t)$ は

$$I_{VI}(t) = \sum_{i=1}^n I_{VI_i}(t) \quad (2-11)$$

と表わす事ができる。

最後に、重要な支出項目は、生産・営業に伴うコスト要素の総計 $C(t)$ であるが、コスト要素の中で配当分 $C_D(t)$ は純利益から支払われるものであり、利益の多少に依存して変化する性格を持っており、他のコスト要素とは異った扱いをするのが適している。従って、

$$C(t) = \sum C_i(t) \quad i \in D, \quad 1 \leq i \leq m \quad (2-12)$$

とする。ただし m は入力データで定義した整数。

以上のように収支項目を再定義すると (2-1) および (2-2) 式は次式の様に表わすことができる。

$$\begin{aligned} B_0 &= \int_{t_s}^{t_e} B(t) dt \\ &= \left[\int_{t_s}^{t_0} (P(t) + S(t) + L(t)) dt - \int_{t_s}^{t_0} (I_V(t) + I_L(t) + I_D(t)) dt \right] \\ &\quad + \left[\int_{t_0}^{t_e} (P_D(t) + S_D(t) + L_D(t)) dt - \int_{t_0}^{t_e} I_{VI}(t) dt \right] \\ &\quad + \left[\int_{t_0}^{t_e} A(t) \cdot a(t) \cdot p(t) dt + \int_{t_0}^{t_e} (I_{OT}(t) + I_{BK}(t)) dt \right. \\ &\quad \left. - \int_{t_0}^{t_e} (C(t) + R(t) + D_p(t)) dt - \int_{t_0}^{t_e} C_D(t) dt \right], \quad \dots \quad (2-13) \end{aligned}$$

ここで、各記号は (2-1) ~ (2-12) で定義してきたものである。大がっちは説明の為につけたものであり、大がっち第1項は建設・施設期間の収支関係を表わし、第2項は営業期間に於ける増設、更新に関連する収支関係を表わし、第3項は営業期間に於ける収益と経費の収支関係を表わしている。この式を設備関連と通常経費の概念に基づいて項をくくり直すと、

$$\begin{aligned}
 B_0 = & \left[\int_{t_s}^{t_0} (P(t)+S(t)+L(t)) dt - \int_{t_s}^{t_0} (I_V(t)+I_L(t)+I_D(t)) dt \right. \\
 & + \int_{t_0}^{t_e} (P_D(t)+S_D(t)+L_D(t)) dt - \int_{t_0}^{t_e} I_{VI}(t) dt \\
 & + \left. \int_{t_0}^{t_e} (I_{OT}(t)+I_{BK}(t)) dt - \int_{t_0}^{t_e} R(t) dt - \int_{t_0}^{t_e} C_D(t) dt \right] \\
 & + \left[\int_{t_0}^{t_e} A(t) \cdot a(t) \cdot P(t) dt - \int_{t_0}^{t_e} (C(t)+D_p(t)) dt \right], \dots (2-14)
 \end{aligned}$$

と表わす事ができる。ここで大がって第一項は事業設立にあたっての資金調達、支払い、返済に関する収支であり、これを S_0 で表わし、販売価格 $p(t)$ の平均を \bar{p} で表わすと (2-3) 式と同様に考えて (2-14) 式から次式を導く事ができる。

$$\bar{p} = (B_0 - S_0) / A_0 + \int_{t_0}^{t_e} (C(t)+D_p(t)) dt / A_0 \dots\dots\dots (2-15)$$

すなわち、平均販売価格 \bar{p} は第1項に示される事業活動利益相当分と第2項に示される製造コスト分の和として表現でき、販売価格 $p(t)$ の決定の1つの指標とする事ができる。

次に (2-14) 式において資金面と利益面に着目し、資産の概念を導入する。営業開始前の資金の調達が施設の建設費と建中金利などを含めた額と全く同額であれば営業開始時に、これは資産となり、これは営業開始後の減価償却費の積算と借入金の返済の和に相当する。従って

$$\begin{aligned}
 \int_{t_s}^{t_0} (P(t)+S(t)+L(t)) dt &= \int_{t_s}^{t_0} (I_V(t)+I_L(t)+I_D(t)) dt \\
 &= \int_{t_0}^{t_e} D_{EP}(t) dt + \int_{t_0}^{t_e} R(t) dt \dots\dots\dots (2-16)
 \end{aligned}$$

営業開始後の装置や設備の増設、更新についても同様に考える事ができ、 I を増設、更新の添字とすると、

$$\begin{aligned}
 \int_{t_0}^{t_e} (P_D(t)+S_D(t)+L_D(t)) dt &= \int_{t_0}^{t_e} I_{VI}(t) dt \\
 &= \int_{t_0}^{t_e} D_{EPI}(t) dt + \int_{t_0}^{t_e} R_I(t) dt \dots\dots\dots (2-17)
 \end{aligned}$$

である。ここに (2-16), (2-17) 式を (2-14) 式に代入し、 $\int_{t_0}^{t_e} C_D(t) dt$ の項

を左辺に移して B_0 の項とまとめると、

$$\begin{aligned}
 & B_0 + \int_{t_0}^{t_e} C_D(t) dt \\
 &= \left[\int_{t_0}^{t_e} A(t) \cdot a(t) \cdot R(t) dt - \int_{t_0}^{t_e} (C(t) + D_P(t)) dt + \int_{t_0}^{t_e} (I_{OT}(t) + I_{BK}(t)) dt \right] \\
 &+ \left[\int_{t_0}^{t_e} D_{EP}(t) dt + \int_{t_0}^{t_e} D_{EPI}(t) dt \right] \\
 &- \left[\int_{t_s}^{t_0} (I_V(t) + I_L(t) + I_D(t)) dt + \int_{t_0}^{t_e} I_{VI}(t) dt \right] \dots\dots (2-18)
 \end{aligned}$$

となり、右辺第1項は利益分でいわゆる税引後利益であり、その他収入、金利を含んでいるとみなせる。第2項が減価償却費分で、第3項がいわゆる建設費分である。このとき左辺は内部利益の蓄積分を示し、右辺の収支を現在価値に割引き、その和が0となる割引率を I.R.R (Internal Rate of Return) と呼び、経営分析の1つの重要な指標としている。すなわち(2-14)式は資金収支に重点を置き、(2-18)式は売上げ高の分配収支に重点を置いた見方である。そして、それぞれの式の左辺がゼロの収支の状態が一般に Cash Break Even Point, Profit Break Even Point と呼ばれている。また、この時の価格 $p(t)$ 、稼働年 $a(t)$ 、又は設備利用率が事業の生産と経営を結ぶ重要なパラメーターとなる。

2.2.2 コスト要素

さて、(2-14)式(2-18)式を更に詳細に定義する為には、(2-18)式の右辺の項と実際のコスト要素を対応づける必要がある。一般に、コスト構成要素には通常2つの分類法がある。(A)直接費、間接費の分類と(B)資本費、燃料費、運転維持費(固定および可変)、解体費等の分類である。分類(A)は生産販売の経費を経営の基本に置いてよりミクロに費用/経営分析する事を目的とするもので、記述的モデルに適しており、事象発生時毎に経費を計上し、次の2.2.3項に述べる時間調整を行って経営指標を計算して(2-3)式に示される販売価格を求める事を目的としたモデルに用いられている例が多い。これに対し分類Bは、マクロな total コストを求め、技術間のコスト比較や、技術の開発面の目やすを得る事を目的とし、経営指標は前提条件として入力して平均的な価格を得るのに用いられている例が多い。すなわち、ここまで述べてきた計算体系のモデル化には(A)の分類によるものが多く(A)分類における項目と(2-14)式、(2-18)式の変数を対応させると、減価償却費が $D_{EP}(t)$ 、 $D_{EPI}(t)$ 、配当が $C_D(t)$ 、解体準備金が $D_P(t)$ であり、他のコスト要素は全て(2-12)式に示す様に $C(t)$ に含めて計算する事になる。また、法人税、事業税など収入税をひとまとめにして $C(t)$ から明示的に控除し、税引き後利益を定義して税引き後利益の分配計算や配当計算に用いる場合もある。

ちなみに(B)分類によるコスト概略計算法の1つ(参考文献4)を以下に示しておく、いま

資本費を C_C ，燃料費を C_F ，原材料費を C_M ，可変運転維持費を C_{VOM} ，固定運転維持費を C_{FOM} ，デコミッショニング費を C_{DC} とすると製品価格 C は

$$C = C_C + C_F + C_M + C_{VOM} + C_{FOM} + C_{DC} \quad \dots\dots\dots (2-19)$$

で求める事ができる。このとき各項は次式

$$C_C = (FCR) \cdot I_0 / P_0 \quad \dots\dots\dots (2-20)$$

$$C_F = \sum_{\substack{\text{or コスト項目} \\ M \quad F \text{ or } M}} \left[\frac{1 \int_{\text{する年 } t \text{ に於ける支払い}}^{\text{(コスト項目 } F \text{ or } M \text{ に対)}} e^{-x't} dt}{1-t \int p(t) e^{-x't} dt} - \frac{t}{1-t} \frac{\text{(コスト項目 } F \text{ or } M \text{ に対する生涯年支払い)}}{P_0} \right] \quad \dots\dots\dots (2-21)$$

$$C_{OM} = (DEF) \cdot C_{O,OM} \quad \dots\dots\dots (2-22)$$

$$DEF = \left(\frac{1+i}{1+r} \right)^{-L} \cdot \frac{CRF\left(\frac{X-i}{1+i}, N\right)}{CRF\left(\frac{X-r}{1+r}, N\right)} \quad \dots\dots\dots (2-23)$$

$$C_{DC} = \frac{C_{O,DC} \cdot (1+r_{DC})^{L+N} \cdot SEF(X_{SF}, N)}{p(t)} \quad \dots\dots\dots (2-24)$$

から求める。ここで、 FCR は固定経費率と呼ばれる経営指標の1つであり、この計算に於いては仮定値を入力する。また X' は X を実行割引率としたときに、

$$X' = \ell_n (1 + X) \quad \dots\dots\dots (2-25)$$

から計算し、 $C_{O,OM}$ は生産量あたりの初年度運転維持費であり、 i はインフレーション率、 r は総合価格デフレーター、 SEF は廃炉費に対する利息の計算式であり、利子率を X_{SF} 、廃炉完了年までの年数を N とすると、

$$SEF(X_{SF}, N) = X_{SF} / [(1 + X_{SF})^N - 1] \quad \dots\dots\dots (2-26)$$

で求められる。また r_{DC} は廃炉費に対するエスカレーション率 $C_{O,DC}$ は初年度廃炉費である。また関数 CRF は次2.2.3項で述べる資本回収係数であり、均等化および現在価値換算に必要な係数である。このように、この方法では経営指標値に仮定値を設定してコスト計算を行うもので、コスト計算に主眼点を置いた方法である。

当モデルでは経営分析を主目的とし、経営分析が設備の稼働率や設備利用率などの運転形態

をパラメータとするので、ミクロな分析を目的とした分類Aに沿って定義すると共に更にコスト要素を固定分 $C_F(t)$ と可変分 $C_V(t)$ に分割し、資金、税金関連はそれぞれの項を独自に要素とするコスト分類Cを採用する。そして、コスト要素を(A)分類、(B)分類に於いて定義した場合にも対応できるようにして、当モデルのコスト構成要素と両分類の対応表をTable 2.1に示している。

2.2.3 価格評価と時間調整

以上、当モデルで扱う収支項目とその概念上のバランスを(2-1)式~(2-18)式で概観してきたが、以上の式体系は概念上のバランスを表現したものであって、経済学上は次に示す3点の考え方を基本とし、近似して扱ったものとなっている。すなわち、各収支項目の価額はそれぞれ、その起象時点のものであり、起象時点が t_0 から t_f にわたってばらばらであるが故に経済学的に価額の評価を統一した場合には、それぞれの評価額を以下に述べる3つの概念を導入して補正する必要がある。つまり(1)一定額のお金X円をn年借りている場合には金利がつき、預けている場合には利息がつく事、および、(2)価値の評価基準年 t_{vr} で評価した実質価額は、n年後には評価対象物の価値のエスカレーションを伴って異った実質価額を持つに至る事、および、(3)価値の評価を名目価額で行う場合には、評価単位のお金のインフレーションを考慮し、評価基準年 t_{vn} で評価した名目価額はn年後にはn年後のデフレーターを持つに至る事、を考慮しなければならない。

以上の3点の概念による補正に関連するいくつかの基本式⁵⁾について述べると、

(イ) 複利係数； $t = t_v$ でX円のもものが $t = t_n$ でP円であるとし、 i を利子率とすると、複利計算で次の関係が成立する。ただし、 $v = (1+i)^{-1}$ とすると、

$$P = X(1+i)^n = X \cdot (1/v^n) \quad \dots\dots\dots (2-27)$$

(ロ) 現在価値換算；実際の状態が逆の場合、すなわち、 $t = t_n$ でPの価額のもものは $t = t_0$ でいかなる現在価値Xを持つかを求める場合は(2-27)式から、次式を用いる。

$$X = P \cdot (1+i)^{-n} = P \cdot v^n \quad \dots\dots\dots (2-28)$$

(ハ) 積立金の現在価値； $t = t_0$ から1年毎にn年までPずつ積立てていったときの合計額の $t = t_0$ の現在価値Xは、

$$\begin{aligned} X &= P \cdot (v^1 + v^2 + \dots\dots + v^n) = P \cdot a_n \\ &= P \cdot \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right) \quad \dots\dots\dots (2-29) \end{aligned}$$

(ニ) 元利均等返済； $t = t_0$ でXの価値のもものは毎年xずつ、均等にn年で返済するとすると

$$x \text{ (期毎)} = X \cdot (1/a_n) \quad \dots\dots\dots (2-30)$$

$$x \text{ (期首)} = X \cdot (1/a_n) \cdot v \quad \dots\dots\dots (2-31)$$

(ホ) エスカレーションとインフレーション； $t = t_0$ で実質価値 $x \cdot r$ のもものはn年後に至る

名目での価値 X_n は名目での各年の平均エスカレーション年を e_a , 実質でのエスカレーション年を e_r , 年間平均のインフレーション年を e_i とすると

$$\begin{aligned} X_n &= (1 + e_a)^n x_n \\ &= [(1 + e_r)(1 + e_i)]^n x_n \dots\dots\dots (2-32) \end{aligned}$$

(ハ) レバライズド係数; $t = t_0$ で現在価値 X のものが n 年まで (2-22) 式で用いた e_a の上昇を伴って毎年発生するとき n 年末までの合計を平均の割り引き率 i で割り引いて、毎年の均等額 P を求めるには

$$\begin{aligned} P &= \frac{i(1 + e_a) \{ (1 + i)^n - (1 + e_a)^n \}}{\{ (1 + i)^n - 1 \} (i - e_a)} X \\ &= \frac{K(1 - K^n)}{a_n(1 - K)} \dots\dots\dots (2-33) \end{aligned}$$

ただし、 $K = (1 + e_a) / (1 + i)$, a_n は (2-19) 式で示すように $a_n = \{ (1 + i)^n - 1 \} / i(1 + i)^n$ である。ここで、(2-27) 式の $(1 + i)^n$ は一括払い複利係数 (SCF) , (2-19) 式の v_n を一括払い現金係数 (SPF) , $1/a_n$ は資本回収係数 (CRF) , a_n を同一額毎年未払い現価係数 (UPF) と一般に呼ばれている。

2.2.4 シミュレーションと分析方法

以上に述べてきたように、2.2.1 項に示した収支項目は 2.2.2 項、2.2.3 項の詳細化および時間調整による価格補正を行って収支バランスと経営分析指標を詳細に、正確に計算しなくてはならない。このシミュレーション方法を考えた場合、(2-14) 式、(2-18) 式を一時に計算するのではなく、デコミ関連費用の計算は別にして事業の開始から終了まで、収支事象の生じる毎に評価補正を行って実際の事業経営活動のように収支額の積分を進める計算をするのがもっとも容易なシミュレーション方法と考えられる。また、この方法を探る事によって、営業収益の状態に依存する短期借入金の調達や、装置の増設更新に伴う自己資本の増額や長期借入金の発生を容易にシミュレーションする事が可能である。モデルの詳細な定式化と計算方法については 3 章に述べる。

また、この様なシミュレーション方法を用いた場合、各種の経営指標を満足させる各種変数の決定法は、くり返し計算法を用いるものとする。例としてある社内留保残を得るに必要な販売価格は (2-15) 式から計算されるが、この式の右辺は価格が決まらなければ求まらぬ項がある。従って、この場合、目標とする社内留保残 B_0 を得るに必要な販売価格はある販売価格 P_i を (2-15) 式をめやすに仮定して与え、(2-13) 式の右辺の積分を進めて総計の社内留保残を求め、これが目標に一致する様に販売価格を修正し、くり返し計算で求める。このアルゴリズムをまとめると、

- (1) 販売価格 P_i を仮定する
- (2) (2-13) 式に従って $B(t)$ を計算する。
- (3) 時間を t_s から t_e まで進め、積分を行って (2-13) 式から B_1 を求める

- (4) P_i に対応する B_i と目標とする B_0 が一致しなければ、 P_i を修正し、 $P_{i+1} = P_i$ 、 $i = i + 1$ として(1)に戻る。

以上、(1)~(4)を目標とする社内留保残と計算した社内留保残がある一定の差になるまでくり返す販売価格の補正は

$$P_i = P_{i-1} + \frac{B_0 - B_{i-1}}{A_0} \quad (2-34)$$

で行い、くり返しの判定条件は

$$|B_0 - B_i| \leq \lambda \quad (2-35)$$

を用いる。ここで λ は収束条件値で許容しうる目標の誤差範囲を規定する任意の値を入力する。

このように生産処理価格を求める経営条件として他に①毎単年度の資金収支が与えられた額を常に上まわる、②与えられた最終年度資金収支累計を満足する、③与えられた内部利益率 (IRR) を満足する、④与えられた出資者利益率 (IRR on Equity) を満足する、⑤与えられた配当率を満足する。などを設定した。さらに、求める変数は生産処理価格に止まらず、稼働率、設備利用率等技術的パラメータも導入した。

なお、(2-1)~(2-18)式の計算にあたっては、単年度毎の財務諸表は常に計算し、リクエスト次第でいつでも出力しうるようにした。

2.3 複合システムへの対応の概念

いま現実のエネルギー関連事業体を考えると、エネルギー事業は必ずしも1つのエネルギー技術、又は施設の建設から廃棄にだけ対応して成立しているものではない。巨大で、代表的な例の1つである電気事業の場合を考慮してみると、××電力と名の付く事業体は、管理部門と営業部門、発電部門の構成を別としても、複数の水力発電所、火力発電所、原子力発電所がある上に、送配変電所や通信施設までを容れている。また、将来のエネルギー事業体の1つとして核熱供給利用事業のようなものを想定した場合でも、核熱生産から核熱配送、メタノール製造や還元ガス製造など各種の核熱利用技術から構成される場合が想定される。ここに、今まで述べてきた単一技術、施設から構成される事業体を対象とする財務モデル(経営シミュレーションK法)を多重・多層に用いて、各種技術、複数事業から成る事業体を対象とした経営シミュレーションを行う事のできるモデル(経営シミュレーションM法)を開発することとなった。そこで複雑な事業形態の想定例として原子力発電、電力事業を例にとり、次の機能を満足するものを考慮する事とした。すなわち、

- (1) 規定された炉型、核燃料サイクルに基づく1つの原子力発電所を事業内容とする事業体を仮定したときの会社設立から終了に至る経営シミュレーションが可能である。ただし、関連する核燃料サイクル施設は全て内生的に経営シミュレーションを行って核燃料サイクルユニットコスト分析を行った結果を用いる事ができるとする。
- (2) 例えば、1980年から2050年に至る原子力発電事業の採用する炉型や設備容量等

の入力情報を与えた場合に、1980年から2050年に至る当事業体の経営シミュレーションを行って各種の経営条件を満足する発電コスト、運転パラメータを分析する。(1)と同様、必要とする核燃料サイクル施設は全て事業体として経営シミュレーションを内生的に行う事を前提とする。

- (3) 1980年から2050年に至って水力、火力、原子力等による発電を行い、これを売電する事業体に関して、発電所建設を主とする事業情報を与えたときに、対象期間の経営シミュレーションを行い、各種経営条件を満足する発電コスト、運転パラメータの分析を行う。ただし、当計算に於いては関連する核燃料サイクル処理/処分/生産のユニットコストは上記(1)、(2)の場合と異なり外生入力の良いものとする。また、シミュレーション開始年の初期状態値は各種入力データにより表現される経営状況を入力データで設定しうるものとする。

以上の各機能に対応したモデルの機能概要をFig.2.3(a)~(c)に示している。この図には我々が別途整備してきた均等化コスト計算法によるコスト解析結果と、当財務モデルによるコスト解析結果を比較するフローも含んでいる。ここに示しているコスト計算法A~C、E~G、H~Jについては別途、報告する⁽⁶⁾。この図に示されるように、経営シミュレーションM法の機能はK法のプログラムを必要に応じて、複数個持つ事、中心に各プログラムの情報を統合して持ち、事業体全体としての統計を行う事を主機能とするシステムプログラムを備える構成とする事によって実現しうる。

Table 2.1 コスト構成要素と分類 A, B, C の対応

コスト構成要素		分類 A		分類 B					分類 C		
分類	コスト項目	直接	間接	資本	燃料	固定 運転	可変 運転	税 その他	固定	可変	一般
操 業 関 連	人件費（生産部門）	○				○			○		
	人件費（管理部門）	○				○			○		
	保修・修繕費	○				○			○		
	定 検 費	○				○			○		
	物 品 費	○				○			○		
	原材料・燃料費	○				○				○	
	ユティリティ費	○					○			○	
	その他変動費	○					○			○	
	その他一般管理費	○			○						○
資 金 関 連	施設設備償却費		○	○					（以下、それぞれの費用項目を設定）		
	長期借入金金利		○	○							
	繰延資産償却費		○	○							
税 関 連	固定資産税		○					○			
	住 民 税		○					○			
	収入税（法人・事業）		○					○			
そ の 他	保障措置費		○					○			
	保 険 金		○			○					
配当	配 当 金		○	○							
解 体	解体準備金		○	○							
	解体積立金	○				○					

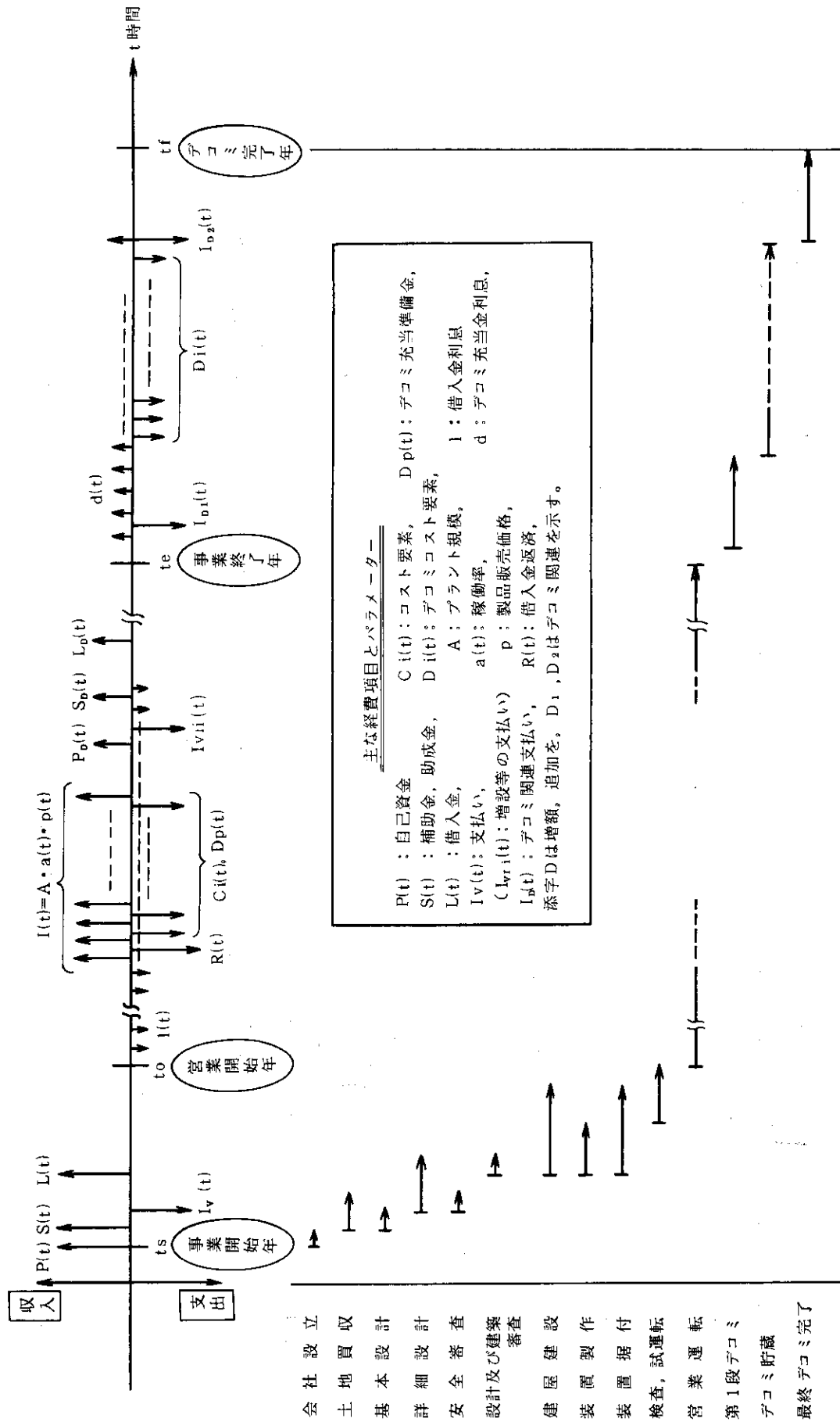


Fig. 2.1 原子力関連施設の経費収支, タイムスケジューラ概図

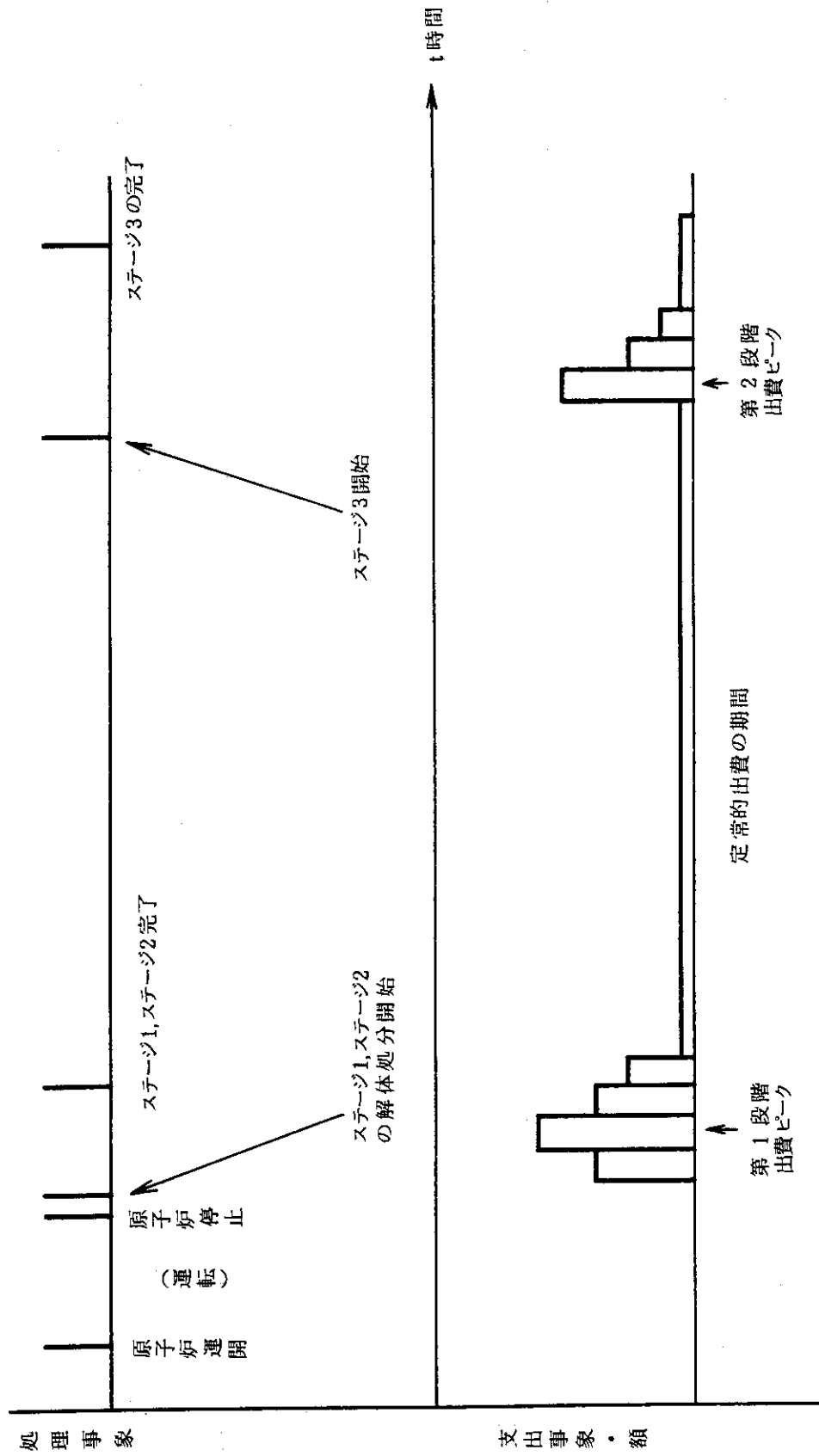


Fig. 2.2 原子炉解体処理と費用支出の時間対応(参考文献(3)から引用)

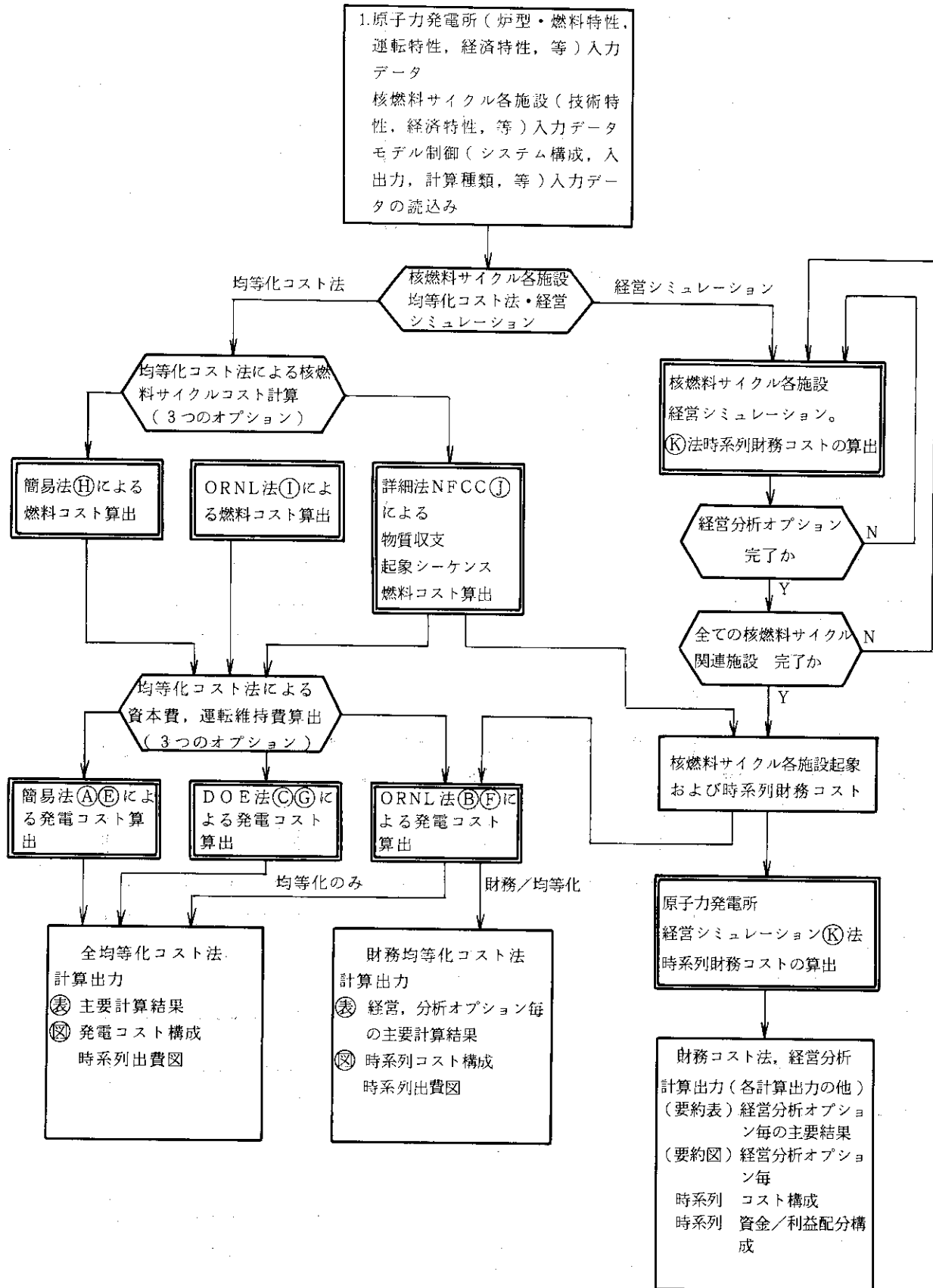


Fig. 2.3(a) 2.3-1)の機能に対応した計算フローとモデル構成
(二重線は既存コード又は既存コードの一部改良)

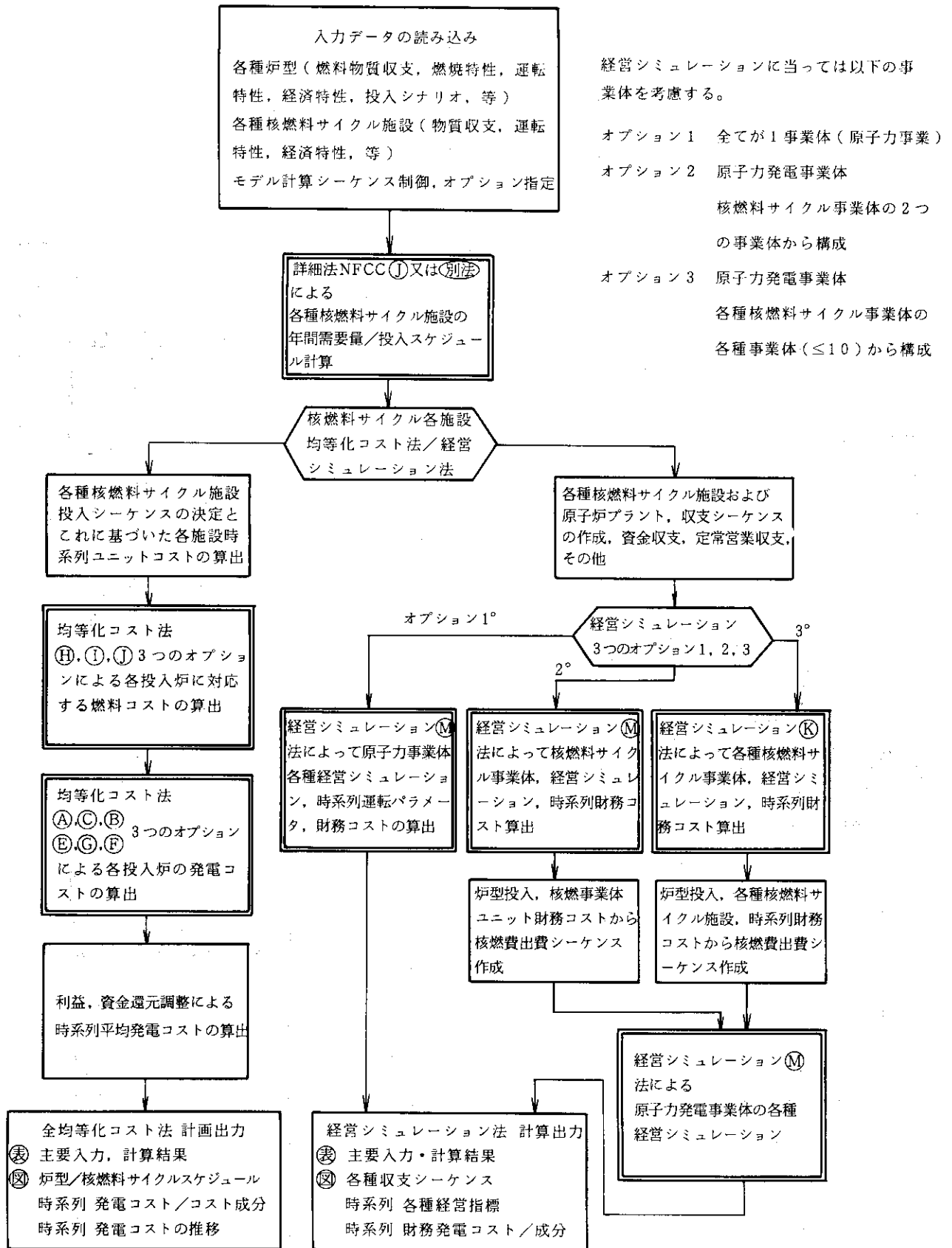


Fig. 2.3(b) 2.3-2)の機能に対応した計算フローとモデル構成

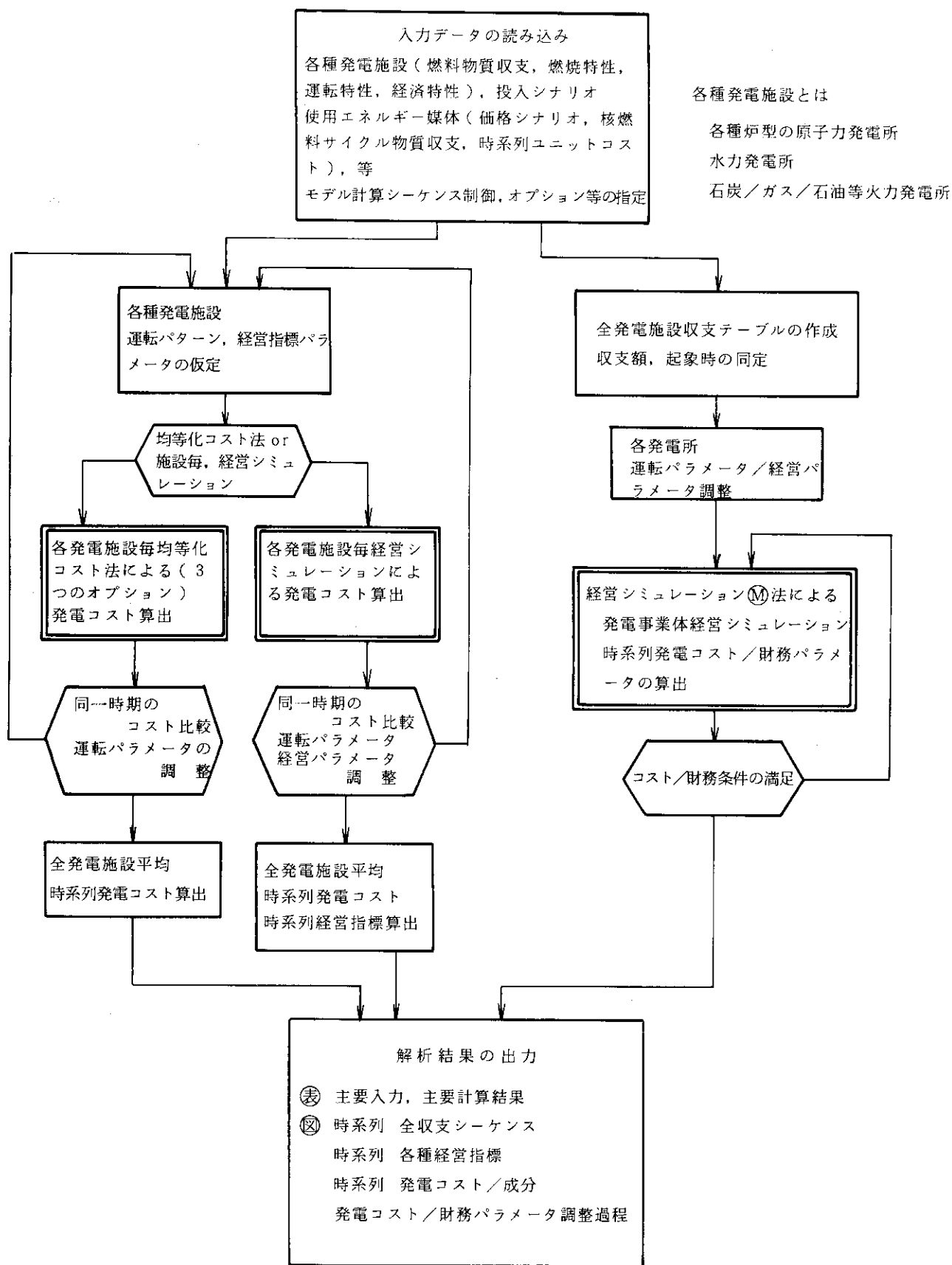


Fig. 2.3(c) 2.3-3) の機能に対応した計算フローとモデル構成

3. モデルの定式化

3.1 資金収支関連の定式化

前章までに述べたように、対象とするシステムは、資金収支の面、損益収支の面から整理する事ができ、更に、目的とする経営シミュレーションに対応しうる様に各種の経営や財務指標の面からまとめる事が可能である。ここでは、まず資金収支関連の項目をプログラムに対応して詳細に定義すると共に、資金収支に関連したバランス式から必要な計算式を導出する事とする。各項目について理解を助ける目的で事業の設立から終了に至る順に沿って述べる。

3.1.1 建設費 $INV(t)$, $t_s \leq t \leq t_o$ 。

事業に必要な土地、建物、設備、創業費の建設費を次式で定義する。

$$INV(t) = CIL(t) + CIE(t) + CIQ(t) + CIP(t) + IDC(t) \quad \dots\dots\dots (3-1)$$

ここで、 $CIL(t)$ は土地費、 $CIE(t)$ は建物費、 $CIQ(t)$ は設備費、 $CIP(t)$ は創業費等を、 $IDC(t)$ は建中利子を表わしている。建中利子 $IDC(t)$ を除く各費用は t : 期(現在は年)の関数であり、入力データから計算されるものであり、この計算と入力データの与え方は次の3種のオプションを用意している。

- (1) 土地、建物、設備、創業費等の費目別に期別投資額を入力する。
- (2) 費目別総建設費、費目別投資スケジュールを入力し、費目別、期別投資額を計算する。
投資スケジュールは期別の投資割合、 $IS_k(t)$ ($k: L, E, Q, P$)で与え、費目別総建設費 $CIT_k(k; L, E, Q, P)$ との積が期別投資額となる。即ち、

$$CI_k(t) = CIT_k \times IS_k(t), \quad k = L, E, Q, P$$

$$\sum_{t=t_s}^{t_o} IS_k(t) = 1 \quad \dots\dots\dots (3-2)$$

- (3) 建設費総額、投資スケジュール、各費目の割合を入力し、費目別、期別投資額を計算する。

建設費総額、 CI 、投資スケジュール $IS(t)$ 、各費目の割合を $CW_k(k; L, E, Q, P)$ として、費目別、期別投資額、 $CI_k(t)$ は、

$$CI_k(t) = CI \times CW_k \times IS(t), \quad k = L, E, Q, P$$

$$\sum_{t=t_s}^{t_o} IS(t) = 1 \quad \dots\dots\dots (3-3)$$

となる。

オプション(2), (3)に於て, 投資スケジュールのデータが無い場合は, 自動的に建設期間中央年にピークを持つ直線増加, 直線減少の投資スケジュールを算出する。即ち, 建設期間 $(t_o - t_s + 1)$ が奇数の場合はピーク発生年が $(t_o + t_s) / 2$ ピーク値は $2 / (t_o - t_s + 2)$, このとき投資スケジュール $IS(t)$ は,

$$IS(t) = \frac{4(t - t_s + 1)}{(t_o - t_s + 2)^2} \quad \left(t_s \leq t \leq \frac{t_s + t_o}{2} \right)$$

$$= \frac{4(t_o + 1 - t)}{(t_o - t_s + 2)^2} \quad \left(\frac{t_s + t_o}{2} < t \leq t_o \right) \dots\dots\dots (3-4)$$

であり, 建設期間が偶数の場合はピーク発生年をはさむ両側の年が同じ値を取るものとする $IS(t)$ は,

$$IS(t) = \frac{4(t - t_s + 1)}{(t_o - t_s + 1)(t_o - t_s + 3)} \quad \left(t_s \leq t < \frac{t_s + t_o}{2} \right)$$

$$= \frac{4(t_o + 1 - t)}{(t_o - t_s + 1)(t_o - t_s + 3)} \quad \left(\frac{t_s + t_o}{2} < t \leq t_o \right) \dots\dots\dots (3-5)$$

となる。

3.1.2 資金調達関係

建設費等の必要な資金の調達自己資金 $PS C(t)$, 補助金 $SB S(t)$, 長期借入金 $LT D(t)$ の3種類を設定する。また, この内, 長期借入金は政府系資金(開発銀行等), 市中銀行, 社債の3種類を設定する。いま資本調達比率として自己資本比率を p_e , 補助金比率を p_s , 長期借入金比率を p_d , また, 長期借入金構成比率として政府系資金比率を p_{d1} , 市中銀行比率を p_{d2} , 社債比率を p_{d3} とし, $p_e + p_s + p_d = 1$, $p_{d1} + p_{d2} + p_{d3} = 1$ を満足する形で入力データで与えると $t_s \leq t < t_o$ で

$$PS C(t) = INV(t) \cdot p_e$$

$$SB S(t) = INV(t) \cdot p_s$$

$$LT D(t) = INV(t) \cdot p_d = \sum_{i=1}^3 DL i(t)$$

$$DL i(t) = INV(t) \cdot p_d \cdot p_{di} \dots\dots\dots (3-6)$$

で計算する。また, 長期借入金の返済形態として, 返済は営業開始年度 t_o まで据置くものとし, 均等払い, 返済期間は t_{ri} 年, 金利は r_i %とする。ここで添字 i は1政府系資金, 2市中銀行, 3社債を示すものとする。このとき返済額は, 以下のように算出する。

(1) 元本均等返済の場合

- ① 長期借入金総額（借入先別）， $LD_i(t_0-1)$

$$LD_i(t_0-1) = \sum_{k=t_0}^{t_0-1} DL_i(k) \dots\dots\dots (3-7)$$

- ② 元本均等返済額， $RLD_i(t)$

$$RLD_i(t) = \frac{LD_i(t_0-1)}{tr_i}, \quad (t_0 \leq t \leq t_0 + tr_i - 1) \dots\dots\dots (3-8)$$

- ③ t 期末借入金残高， $RAL_i(t)$

$$\begin{aligned} RAL_i(t) &= RAL_i(t-1) - RLD_i(t) \\ &= LD_i(t_0-1) - RLD_i(t) \times (t - t_0 + 1), \quad (t_0 \leq t \leq t_0 + tr_i - 1) \end{aligned} \dots\dots\dots (3-9)$$

$$RAL_i(t) = 0, \quad (t > t_0 + tr_i - 1) \dots\dots\dots (3-10)$$

- ④ 支払い利息， $ILD_i(t)$

$$ILD_i(t) = RAL_i(t-1) \times r_i \dots\dots\dots (3-11)$$

(2) 元利均等返済の場合

- ① 元利均等返済額， $RIL_i(t)$

$$RIL_i(t) = LD_i(t_0-1) \cdot \frac{r_i(1+r_i)^{tr_i}}{(1+r_i)^{tr_i} - 1}, \quad (t_0 \leq t \leq t_0 + tr_i - 1) \dots\dots\dots (3-12)$$

- ② 元本返済相当額， $RLD_i(t)$

$$RLD_i(t) = LD_i(t_0-1) \cdot \frac{r_i(1+r_i)^{t-t_0}}{(1+r_i)^{tr_i} - 1}, \quad (t_0 \leq t \leq t_0 + tr_i - 1) \dots\dots\dots (3-13)$$

- ③ t 期末借入金残高， $RAL_i(t)$

$$RAL(t) = LD_i(t_0-1) \cdot \frac{(1+r_i)^{tr_i} - (1+r_i)^{t-t_0+1}}{(1+r_i)^{tr_i} - 1}, \quad (t_0 \leq t \leq t_0 + tr_i - 1) \dots\dots\dots (3-14)$$

$$RAL(t) = 0, \quad (t > t_0 + tr_i - 1) \dots\dots\dots (3-15)$$

④ 支払い利息, $ILD_i(t)$

$$ILD_i(t) = RAL_i(t-1) \times r_i \quad \dots\dots\dots (3-16)$$

3.1.3 建中利子, $IDC(t)$

建中金利は建中時に於けるキャッシュフロー, バランスシート項目であり, 以下の式から算出する。

$$IDC(t) = \sum_{i=1}^3 \{ LD_i(t-1) \times r_i \} + DVD(t) \quad \dots\dots\dots (3-17)$$

ここで, $LD_i(t)$ は借入先別の長期借入金, r_i は借入先別借入金利, $DVD(t)$ は配当を表わしている。資金充当目的別に分配すると土地費 $CIL(t)$, 建物費 $CIE(t)$, 設備費 $CIQ(t)$, 創業費 $CIP(t)$ であるから(3-1式参照)各金利は,

$$IDCL(t) = IDC(t) \times \frac{\sum_{k=t_s}^{t-1} CIL(k)}{\sum_{k=t_s}^{t-1} CI(k)} \quad \dots\dots\dots (3-18)$$

$$IDCE(t) = IDC(t) \times \frac{\sum_{k=t_s}^{t-1} CIE(k)}{\sum_{k=t_s}^{t-1} CI(k)} \quad \dots\dots\dots (3-19)$$

$$IDCQ(t) = IDC(t) \times \frac{\sum_{k=t_s}^{t-1} CIQ(k)}{\sum_{k=t_s}^{t-1} CI(k)} \quad \dots\dots\dots (3-20)$$

$$IDCP(t) = IDC(t) \times \frac{\sum_{k=t_s}^{t-1} CIP(k)}{\sum_{k=t_s}^{t-1} CI(k)} \quad \dots\dots\dots (3-21)$$

但し, $CI(t) = CIL(t) + CLE(t) + CIQ(t) + CIP(t)$ である。

3.1.4 解体費, $RDC(t)$

解体費は前2章の(2-5)式, (2-6)式に示した様に, 2種類の性格をもった費用として定義し, 計算に際して選択しうるようにする。すなわち, 営業終了後に必要な解体費の時機と額を td_1 年後に ID_1 , td_4 年後に ID_3 , td_2 から td_3 まで毎年 ID_2 と仮定すると, 一時払いの性格を持つデコミ関連費用の営業終了年 te に必要な額の総計 $D_D(te)$ は金利を

rとして、

$$D_D(t_e) = \frac{I_{D1}}{(1+r)^{t_{d1}-t_e}} + \frac{I_{D3}}{(1+r)^{t_{d2}-t_e}} \dots\dots\dots (3-22)$$

費用项目的な性格を持つデコミ費用の営業終了年 t eに必要な額の総計 D_P(t e)は、同様に金利を rとして、

$$D_P(t_e) = I_{D2} \left(\frac{1}{(1+r)^{t_{d2}-t_e}} \right) \left(\frac{1}{r} \left(\left(\frac{1}{1+r} \right)^{t_{d3}-1} - 1 \right) \right) \dots\dots\dots (3-23)$$

である。ここで、これらの費用を建設時に投入して据えておく場合と、運転開始後均等額ずつ積み立てる場合の計算をオプションとして選択しうるようにした。すなわち、

(1) D_D, D_P共に均等額ずつ積み立てる場合

$$R_{DP}(t) = (D_D(t_e) + D_P(t_e)) \times \frac{r}{(1+r)^{t_e-t_0} - 1} \dots\dots\dots (3-24)$$

(2) D_Dは建屋建設資金の一部として確保し、D_Pはコスト費目の一部として毎年積み立てる場合

$$R_{DC}(t) = D_D(t_e) \cdot \frac{1}{(1+r)^{t_e-t_0}} \dots\dots\dots (3-25)$$

$$R_{DP}(t) = D_P(t_e) \cdot \frac{1}{(1+r)^{t_e-t_0} - 1} \dots\dots\dots (3-26)$$

から計算する。

3.1.5 資金ショートと短期借入、増資

t期の資金収支 C(t)が、各期の資金保有限度額 S D T(t)より少なくなったとき、即ち、

$$C(t) - S D T(t) < 0 \dots\dots\dots (3-27)$$

となり、更に前期までの収支累計を運用しても赤字の場合、すなわち、

$$C(t) - S D T(t) + \sum_{k=t_0}^{t-1} C(k) < 0 \dots\dots\dots (3-28)$$

の場合、資金ショートが生じたとし、左辺総額を資金ショート額 - S(t)で表わし、短期借入又は増資を行ってこれを充当する。充当方法は以下の3つの場合を与える。

(1) 短期借入を行う場合

$$S D T(t) = S(t) \dots\dots\dots (3-29)$$

(2) 増資を行う場合

増資により $S(t)$ の資金を調達する場合、新株発行に要する諸費用 $C S I(t)$ を

$$C S I(t) = \beta \times S(t) \quad \dots\dots\dots (3-30)$$

β : 新株発行費率 *

とすると、必要な増資額は $(1 + \beta) \times S(t)$ で近似され、 t 期に予定していた $P S C(t)$ と $C I P(t)$ を次のように修正する。

$$P S C(t) = P S C(t) + (1 + \beta) \times S(t) \quad \dots\dots\dots (3-31)$$

$$C I P(t) = C I P(t) + C S I(t) \quad \dots\dots\dots (3-32)$$

また当然のことながら

$$S T D(t) = 0 \quad \dots\dots\dots (3-33)$$

(3) 一定の比率のもとに短期借入と増資を同時に行う場合

自己資本比率、 p_e に応じて増資すると、

$$C S I(t) = p_e \times \beta \times S(t) \quad \dots\dots\dots (3-34)$$

となり、 $P S C(t)$ 、 $C I P(t)$ を次のように修正する。

$$P S C(t) = P S C(t) + p_e \times (1 + \beta) \times S(t) \quad \dots\dots\dots (3-35)$$

$$C I P(t) = C I P(t) + C S I(t) \quad \dots\dots\dots (3-36)$$

また、短期借入金は、

$$S T D(t) = (1 - \alpha) \times S(t) \quad \dots\dots\dots (3-37)$$

で計算する。

3.1.6 借入金元利支払い額

長期借入金については 3.1.2 に述べたが、このように短期借入金が発生すると、短期借入金の場合は翌年から直ちに返済を行わねばならない。通常の経営では翌年に一括して返済される場合が多いので、長期借入金の場合 ((3-8), (3-13) 式) に加えて同様に考える。返済額を $R S D(t)$ 、支払い利息を $I S D(t)$ とすると、

(1) 翌年金額返済の場合は、

$$R S D(t) = S T D(t-1) \quad \dots\dots\dots (3-38)$$

$$I S D(t) = S T D(t-1) \times r_s \quad \dots\dots\dots (3-39)$$

ここで、 r_s ; 短期借入金利率

(2) ローン返済（元本均等払い）の場合は、

$$RSD(t) = \sum_{k=t-t_{ss}-t_{rs}}^{t-t_{ss}-1} STD(k) / t_{rs} \quad \dots\dots\dots (3-40)$$

ここで、 t_{ss} ：返済据置期間， t_{rs} ：返済期間

$$ISD(t) = RAS(t-1) \times r_s \quad \dots\dots\dots (3-41)$$

$$RAS(t) = RAS(t-1) + STD(t) - RSD(t) \quad \dots\dots\dots (3-42)$$

ここで、 $RAS(t)$ ： t 期末短期借入金残高

(3) ローン返済（元利均等払い）の場合は

均等支払い額 $RIS(t)$ は元利合計で、

$$RIS(t) = \sum_{k=t-t_{ss}-t_{rs}}^{t-t_{ss}-1} STD(k) \times \frac{r_s (1+r_s)^{t_{rs}}}{(1+r_s)^{t_{rs}} - 1} \quad \dots\dots\dots (3-43)$$

であり、このうち元本返済相当額は、

$$RSD(t) = \sum_{k=t-t_{ss}-t_{rs}}^{t-t_{ss}-1} STD(k) \times \frac{r_s (1+r_s)^{t-t_{ss}-1-k}}{(1+r_s)^{t_{rs}} - 1} \quad \dots\dots\dots (3-44)$$

となり、支払い利息 $ISD(t)$ は $RSD(t) - RIS(t)$ となる。従って借入金元利支払い額 $DSP(t)$ は長期借入金の元利支払いと合わせて、

$$DSP(t) = \sum_{i=1}^3 \{ RLD_i(t) + ILD_i(t) \} + RSD(t) + ISD(t) \quad \dots\dots\dots (3-45)$$

から求めることになる。

3.1.7 資金収支

以上から資金関連の収支をまとめると、 t 年度における資金源泉 $SOF(t)$ は、

$$SOF(t) = GRP(t) + PSC(t) + SBS(t) + LTD(t) + STD(t) \quad \dots\dots\dots (3-46)$$

ここで $GRP(t)$ は金利・償却前利益、 $PSC(t)$ は払込資本金、 $SBS(t)$ は補助金、 $LTD(t)$ は長期借入金、 $STD(t)$ は短期借入金である。また、 $INV(t)$ を建設費、 $DSP(t)$ を借入金元利支払い、 $TIN(t)$ を収入税関係、 $DVD(t)$ を配当、 $DCE(t)$ を解体費とすると、 t 年度の資金使途 $AOF(t)$ は

$$AOF(t) = INV(t) + DSP(t) + TIN(t) + DVD(t) + DCE(t) \quad \dots\dots\dots (3-47)$$

であり、 t 年度の資金収支 $C(t)$ は、

$$C(t) = SOF(t) - AOF(t) \quad \dots\dots\dots (3-48)$$

である。GRP(t)は損益収支で計算されるものであり、次節3.2で定式化をしている。PSC(t), SBS(t), LTD(t)は(3-6)式から求める。またSTD(t)は(3-29)~(3-37)で計算する。一方、資金使途の項目では、INV(t)は(3-1)式から、DSP(t)は(3-45)式から、又、DCE(t)は(3-24)~(3-26)で算出する。TIN(t), DVD(t)については次節の損益収支関連の章で定式化している。

3.2 損益収支関連の定式化

資金収支が事業の設立そのものに必要な資金の収支の面について会社設立から終了に至る期間を取り扱うのに対し、損益収支は営業開始から終了に至る期間の利益、損失の収支に関連する項目を扱う。従って、売上高、費用、償却、税金、配当、等についての項目を中心に、以下に定式化を行う。

3.2.1 減価償却費

3.1章と同様に、時間の経過に沿って、営業開始以降最初に自然に発生する費用項目が減価償却費である。通常の事業では、建設期間中は建設仮勘定により償却を行わず、固定資産の取得価額にはその建中利子を含めるので、これに慣うと、営業開始年度t。期首における固定資産額FAOは、

$$FAO = \sum_{k=t_s}^{t_0-1} \{ CIL(k)+CIE(k)+CIQ(k) + IDCL(k)+IDCE(k)+IDCQ(k) \} \dots\dots\dots (3-49)$$

である。ここで各記号は(3-1)式に於けると同じである。この内、減価償却の対象となるのは建物と設備であり、これらはそれぞれ償却条件が異なる為、償却額を別々に定式化しなければならず、土地分FAOL(償却に入れる場合と入れない場合があるが、ここでは入れる場合も計算しうる様にした)、建物分FAOE、設備分FAOQに分けると、

$$FAOL = \sum_{k=t_s}^{t_0-1} \{ CIL(k)+IDCL(k) \} \dots\dots\dots (3-50)$$

$$FAOE = \sum_{k=t_s}^{t_0-1} \{ CIE(k)+IDCE(k) \} \dots\dots\dots (3-51)$$

$$FAOQ = \sum_{k=t_s}^{t_0-1} \{ CIQ(k)+IDCQ(k) \} \dots\dots\dots (3-52)$$

である。一方、営業開始後に新たな資本金支出である投資が発生した場合や、耐用期間の終了した設備の取り替えによる投資が発生した場合も、上に於けると同様にそれぞれの分類に従って固定資産額に導入し、当該年度から償却するように定式化する。ただし、この場合の投資は1年で完了し、建物の仮勘定は行わないものとする。また減価償却法も定額、定率の二種類があるので、任意に選択しうるように両方法を定式化すると、

(1) 定額法による減価償却費 $DEP(t)$

残存価額率, 償却年数について, 建物を r_{VE}, t_{LE} , 設備を r_{UQ}, t_{LQ} とすると建物, 設備の減価償却額 $DEPE(t), DEPQ(t)$ は,

$$DEPE(t) = DEPE1(t) + DEPE2(t) \quad \dots\dots\dots (3-53)$$

$$DEPQ(t) = DEPQ1(t) + DEPQ2(t) \quad \dots\dots\dots (3-54)$$

ここで, 添字は 1 ; 初期投資に対するもの, 2 ; 追加投資に対するものを示している。右辺の各項は,

$$DEPE1(t) = (1 - r_{VE}) FAOE / t_{LE}, t_0 \leq t \leq t_0 + t_{LE} - 1 \quad \dots\dots\dots (3-55)$$

$$DEPE2(t) = \sum_{k=t-t_{LE}+1}^t (1 - r_{VE}) CIE(k) / t_{LE}, k \geq t_0 \quad \dots\dots\dots (3-56)$$

$$DEPQ1(t) = (1 - r_{VQ}) FAOQ / t_{LQ}, t_0 \leq t \leq t_0 + t_{LQ} - 1 \quad \dots\dots\dots (3-57)$$

$$DEPQ2(t) = \sum_{k=t-t_{LQ}+1}^t (1 - r_{VQ}) CIQ(k) / t_{LQ}, k \geq t_0 \quad \dots\dots\dots (3-58)$$

である。一方 $DEP(t)$ は,

$$DEP(t) = DEPE(t) + DEPQ(t) \quad \dots\dots\dots (3-59)$$

であり, t 期末における固定資産残高 $FA(t)$ は,

$$FA(t) = FAO + \sum_{k=t_0}^t \{ CIL(k) + CIE(k) + CIQ(k) - DEP(k) \} \quad \dots\dots\dots (3-60)$$

で表わせ, 更に, これを土地 $FAL(t)$, 建物 $FAE(t)$, 設備 $FAQ(t)$ に分類すると,

$$FAL(t) = FAOL + \sum_{k=t_0}^t CIL(k) \quad \dots\dots\dots (3-61)$$

$$FAE(t) = FAOE + \sum_{k=t_0}^t \{ CIE(k) - DEPE(k) \} \quad \dots\dots\dots (3-62)$$

$$FAQ(t) = FAOQ + \sum_{k=t_0}^t \{ CIQ(k) - DEPQ(k) \} \quad \dots\dots\dots (3-63)$$

と表わす事ができる。

(2) 定率法による減価償却費, $DEP(t)$

定額法と同様に残存価額率, 償却年数を定義すると建物, 設備の償却率 r_{CE}, r_{CQ} は

$$r_{CE} = 1 - r_{UE}^{1/t_{LE}} \quad \dots\dots\dots (3-64)$$

$$r_{CQ} = 1 - r_{UQ}^{1/t_{LQ}} \quad \dots\dots\dots (3-65)$$

であり, (3-53), (3-54) と同様に考えると,

$$DEPE1(t) = FAOE \times r_{CE} \times (1 - r_{CE})^{t-t_0},$$

$$t_0 \leq t \leq t_0 + t_E - 1, \quad \dots\dots\dots (3-66)$$

$$DEPE2(t) = \sum_{R=t-t_{LE}+1}^t CIE(k) \times r_{CE} \times (1 - r_{CE})^{t-k},$$

$$k \geq t_0, \quad \dots\dots\dots (3-67)$$

$$DEPQ1(t) = FAOQ \times r_{CQ} \times (1 - r_{CQ})^{t-t_0},$$

$$t_0 \leq t \leq t_0 + t_{LQ} - 1 \quad \dots\dots\dots (3-68)$$

$$DEPQ2(t) = \sum_{R=t-t_{LQ}+1}^t CIQ(k) \times r_{CQ} \times (1 - r_{CQ})^{t-k},$$

$$k \geq t_0 \quad \dots\dots\dots (3-69)$$

である。DEP(t), FA(t), FAL(t), FAE(t), FAQ(t)は, (3-59)~(3-63)式によって計算する。(なお,償却計算は現在価値割引計算と分離して行う様にプログラム化の段階で調整している。)

3.2.2 繰延資産とその償却

会社設立に要する資金の資産化とその減価償却に関しては,我が国の商法(会社法286-287条)によると創立費,準備費,試験研究・開発費,新株・社債発行費,等の繰延資産化とその償却が認められている。そこで,当モデルでは,繰延資産として創業費等CIP(t),創業費等の調達により発生した建中利子IDCP(t),営業開始後の増資により発生した新株発行費CSI(t),を繰延資産として償却しようとした。すなわち,営業開始年度期首に於ける繰延資産額CAOは,

$$CAO = \sum_{k=t_0}^{t_0-1} \{ CIP(k) + IDCP(k) \} \quad \dots\dots\dots (3-70)$$

であり, CAOについては営業開始後 t_{A1}年(通常5年以内)の間に定額で全額を償却するが,その償却額AMR1(t)は,

$$AMR1(t) = CAO / t_{A1}, \quad t_0 \leq t \leq t_0 + t_{A1} - 1 \quad \dots\dots\dots (3-71)$$

であり,一方,営業開始後の新株発行費は償却期間を t_{A2}とすると,その償却額AMR2(t)は,

$$AMR2(t) = \sum_{k=t-t_{A2}+1}^t \frac{CSI(k)}{t_{A2}} \quad \dots\dots\dots (3-72)$$

である。従って t 期における繰延資産償却費AMR(t)は,

$$AMR(t) = AMR1(t) + AMR2(t) \dots\dots\dots (3-73)$$

で計算しうる。このとき繰延資産残高 $CA(t)$ は、

$$CA(t) = CAO + \sum_{k=t_0}^t \{ CSI(k) - AMR(k) \} \dots\dots\dots (3-74)$$

である。

3.2.3 金利・償却前利益

(3-46)式第1項の金利・償却前利益 $GRP(t)$ は営業中の各期に於ける収入から経費を差し引いたものであり、損益収支の中心的な値である。一般に事業の収入は売上げ収入 $IFS(t)$ の他に各年の資金収支 $C(t)$ ((3-48)式) に於いて剰余金があれば、これを活用し利息を収入とするので受取利息 $IBK(t)$ がある。更に一般性を持たせる為にその他収入 $IOT(t)$ を考慮すると、収入 $RVN(t)$ は以下の式に表わす事ができる。

$$RVN(t) = IFS(t) + IBK(t) + IOT(t) \dots\dots\dots (3-75)$$

$$IFS(t) = A(t) \times a(t) \times k(t) \times p(t) \dots\dots\dots (3-76)$$

$$IBK(t) = r_B(t) \times \sum_{k=t_3}^{t-1} C(k) \dots\dots\dots (3-77)$$

ここで $A(t)$ はプラント生産能力、 $a(t)$ は設備利用率、 $k(t)$ は生産係数、 $p(t)$ は生産処理価格である。

一方、操業経費 $OAC(t)$ は2.2章表2-1に示した分類Cに基づいて、固定費 $FOC(t)$ 、可変費 $VOC(t)$ 、一般管理費 $ADC(t)$ の和で定義する。すなわち、

$$OAC(t) = FOC(t) + VOC(t) + ADC(t) \dots\dots\dots (3-78)$$

であり、生産部門人件費を $LCP(t)$ 、管理費を $COV(t)$ 、物品費を $CAR(t)$ 、保修費を $CMT(t)$ 、定検費を $CIN(t)$ とすると、

$$FOC(t) = LCP(t) + COV(t) + CAR(t) + CMT(t) + CIN(t) \dots\dots\dots (3-79)$$

である。また、 $LCP(t)$ は更に細分化して生産部門要員数 $NLP(t)$ 、生産部門人件費単価 $CLP(t)$ を入力データで与え、

$$LCP(t) = NLP(t) \times CLP(t) \dots\dots\dots (3-80)$$

で求める事とする。可変費 $VOC(t)$ は原材料費を $MAT(t)$ 、電力費を $UEL(t)$ 、燃料費を $UFU(t)$ 、工業用水費を $UWA(t)$ 、その他可変費を $UOT(t)$ とすると、

$$VOC(t) = \{ MAT(k) + UEL(t) + UFU(t) + UWA(t) + UOT(t) \} \times a(t) \dots\dots\dots (3-81)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{MAT}(t) &= \text{QMA}(t) \times \text{CMA}(t) \\ \text{UFL}(t) &= \text{QEL}(t) \times \text{CEL}(t) \\ \text{UFU}(t) &= \text{QFU}(t) \times \text{CFU}(t) \\ \text{UWA}(t) &= \text{QWA}(t) \times \text{CWA}(t) \\ \text{UOT}(t) &= \text{QOT}(t) \times \text{COT}(t) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3-82)$$

で定義する(3-82)式は若し入力データが準備できれば、それぞれの費用は100%稼働時の使用量(接頭語Q)と各単価(接頭語C)で入力しうるように付加したものである。なお、その他可変費は各種設備を扱った際に特有のものがあれば設定しうるように設けたものである。一般管理費ADC(t)は固定資産税TFP(t)、住民税TLR(t)、保険費INS(t)、管理部門人件費LCA(t)、その他一般管理費AOT(t)、から構成し、

$$\text{ADC}(t) = \text{TFP}(t) + \text{TLR}(t) + \text{INS}(t) + \text{LCA}(t) + \text{AOT}(t) \dots\dots\dots (3-83)$$

であり、(3-1)式の建設費、(3-18)式の建中利子、(3-59)式の減価償却費を用いると固定資産税率が $r_f(t)$ のとき、

$$\begin{aligned} \text{TFP}(t) = & \sum_{k=t_0}^t \{ \text{CIL}(k) + \text{CIE}(k) + \text{CIQ}(k) + \text{IDCL}(k) \\ & + \text{IDCE}(k) + \text{IDCQ}(k) - \text{DEP}(k) \} \times r_f(t) \dots\dots\dots (3-84) \end{aligned}$$

である(なお、技術耐用年と経済耐用年の差および制度上の変化に対応した税率の変化は入力データで補う)。INS(t)は保険費金額を入力する場合と、建物・設備の簿価に対する料率を入力して計算する場合のいずれかをオプションにより選択しうる様にし、後者の場合は、

$$\begin{aligned} \text{INS}(t) = & \sum_{k=t_0}^t \{ \text{CIE}(k) + \text{CIQ}(k) + \text{IDCE}(k) + \text{IDCO}(k) \\ & - \text{DEP}(k) \} \times \text{RINS}(t) \dots\dots\dots (3-85) \end{aligned}$$

ここで、RINS(k)は保険料率である。LCA(t)は(3-80)式と同様、管理部門要員数NLA(t)と管理部門人件費単価CLA(t)の積で与える。

以上から、金利・償却前利益GRP(t)は、

$$\text{GRP}(t) = \text{RUN}(t) - \text{OAC}(t) \dots\dots\dots (3-86)$$

で計算される。

3.2.4 収入税関係

収入税TIN(t)は事業税TIE(t)と法人税TEC(t)から成り、基本的には税引前利益に税率を掛けたものである。税引前利益は(3-46)式で求めた金利・償却前利益GRP(t)から長期借入金金利ILD_i(t)の統計、短期借入金金利LSD(t)、減価償却費DEP(t)、繰込し資産償却

費 $AMR(t)$, 解体費準備金 $RDC(t)$ を差し引いたもので,

$$PBT(t) = GRP(t) - \sum_{i=1}^3 ILDi(t) - ISD(t) - DEP(t) - AMR(t) - RDC(t) \quad \dots\dots\dots (3-87)$$

として求める。ここで $PBT(t) \leq 0$ の場合は,

$$TIE(t) = TIC(t) = TIN(t) = 0 \quad \dots\dots\dots (3-88)$$

であり, $PBT(t) > 0$ の場合は, 次の2つのケースが考えられ, それぞれを選択して税額を計算する事になる。

(1) 繰越欠損控除を適用する場合

過去5年間に繰越し欠損があれば, $PBT(t)$ の範囲内でそれを補てんする事により損金に算入し, 課税対象から控除する。控除後の課税対象利益を $PC(t)$ とする。

(2) 繰越欠損控除を適用しない場合

$$PC(t) = PBT(t) \quad \dots\dots\dots (3-89)$$

上記(1), (2)のいずれかを計算した後, 事業税 $TIE(t)$ は事業税率を $trE(t)$ とすると,

$$TIE(t) = PC(t) \times trE(t) \quad \dots\dots\dots (3-90)$$

である。他方, 法人税は配当軽減の特典を受けるか否かのオプションがあり,

(1) 配当軽減税を適用する場合

$$TIC(t) = \{ (1 - trE(t)) \times PC(t) - DVD(t) \} \times trc1(t) + DVD(t) \times trc2(t) \quad \dots\dots\dots (3-91)$$

(2) 配当軽減税を適用しない場合

$$TIC(t) = (1 - trE(t)) \times PC(t) \times trc1(t) \quad \dots\dots\dots (3-92)$$

で計算する。ここで, $DVD(t)$ は配当, $trc1(t)$, $trc2(t)$ はそれぞれ法人税率, 法人配当軽減税率である。

3.2.5 配当および法定準備金

損益収支項目で最後に残っている項目が, 商法288条~290条に規定されている配当および法定準備金である。配当 $DVD(t)$ は(3-6)式で定義した払込資本金 $PSC(t)$, 配当率 $rd(t)$ から,

$$DVD(t) = \sum_{k=ts}^{t-1} PSC(k) \times rd(t) \quad \dots\dots\dots (3-93)$$

で求められ、法定準備金 $D L R(k)$ は準備率を $r l(t)$ として、

$$D L R(t) = D V D(t) \times r l(t) \dots\dots\dots (3-94)$$

と定義される。

3.3 財務諸表、経営指標の定式化

前章までに述べてきたように、通常経営分析の基本となる計算としては資金収支面を表象する資金運用表 (Cash Flow Statements)、損益計算書 (Profit-Loss Statements) および一般によく知られている貸借対照表 (Balance Sheet) がある。更にコスト要素の詳細を Table 2.1 のように細分化して表象するコスト表 (Cost Table) があり、2.2 節に概要を示したように各種の経営指標がある。当節では、これらの計算書項目や指標が 3.1、3.2 節での計算式といかに対応して当モデルで計算するかについて述べる。

3.3.1 財務3表

財務3表と呼ばれる資金運用表、損益計算書、貸借対照表の各項目とモデルの記号、および対応する式番号をそれぞれ Table 3.1、3.2、3.3 に示す。

3.3.2 経営指標

一般に経営指標と呼ばれている各種指標については既に多くの成書がある (参考文献7) ので、本項では、より技術的な観点に関連すると思われるものについて、3.1・3.2 節に述べた計算式と対応させて述べる。

(1) 固定負債比率 (Long-Term Debt/Equity)

バランスシート負債項目の固定負債と自己資本の比率であり、財務構造の健全性を見る指標の一つである。

$$\text{固定負債比率} = (\text{固定負債} / \text{自己資本}) * 100\%$$

計算式から明らかなように、この比率は長期性の借入金が自己資本の何倍あるかを示しており、この比率が高い時に不景気になると、収益が圧迫され、その結果支払能力が減少し、財務状況が悪化する。しかしながら、資本コストの経済性という観点から見ると、増資より負債に依存する方が有利な場合もあるので、収益性の高い企業の場合にはこの比率が高くてもそれほど問題にはならない。

9 電力計の 60 年度の同比率は 409.3% であり、全産業の 121.9% を大きく上回っているものの、固定負債の内の長期借入金に着目すると 212.2% となり、全産業より若干高い程度となっている。

上記の計算式の分子を負債に置き換えると負債比率となる。つまり、長期性の借入金と短期性の借入金を加えた借入金残高と自己資本との比率を表わしている。本財務モデルでは、短期借入金をシミュレーション上残差項目としているため、ケースによっては同比率が大きく振れる場合が考えられるので、固定負債比率を採用した。

(2) 流動比率 (Current Ratio)

これは企業の財務流動性を示す代表的な比率であり、次のように求められる。

$$\text{流動比率} = (\text{流動資産} / \text{流動負債}) * 100\%$$

流動資産は現金、預金をはじめ売上債権、棚卸資産など一年以内に現金化できる資産であり、一方流動負債は買入債務や短期借入金のように一内以内に支払われる負債を意味している。すなわち、流動比率は企業の支払能力を示し、米国では200%以上が望ましいと言われている。

しかしながら、同比率が望ましい値であっても、

① 売掛金、受取手形などに不良債権が混在している。

② 棚卸資産に陳腐化品や死蔵品が混在している。

場合には注意を払う必要があり、流動比率を検討する際には流動資産の評価方法が重要な要因となる。

9電力計の60年度の同比率を見ると31.8%となっており、同事業の流動性の低さが印象付けられる。しかし、流動負債の中身を見ると借入金などの借替可能な負債が多く、これを控除して再計算するとおよそ80%ぐらいになり、全産業の110.7%には及ばないものの短期の入出金バランスはほぼ保たれていることが示唆される。

(3) 収支比率 (Income & Expenses Ratio)

これは企業の収益性を示す比率であり、次のように求められる。

$$\text{収支比率} = (\text{総費用} / \text{総収益}) * 100\%$$

上記の式から明らかなように収支比率が低いほど収益性は高くなる。電気事業の同比率を調べると概ね95%前後になり、これは公益事業の特殊性(コスト+適性利益で料金が決定される)が原因と思われる。

(4) 支払利息控除前資金収入対金融費用比率 (Debt Service Coverage)

金融費用を控除する前のキャッシュインフローが金融費用の何倍あるかを示しており、以下のように計算される。

$$(\text{税引後利益} + \text{減価償却費} + \text{支払利息}) / \text{金融費用} * 100\%$$

つまり、この逆数は操業によって獲得した資金余剰の内金融機関に支払う部分を示しており、企業の資金繰り状況を表わす指標の一つである。

9電力計の60年度の同比率は約109.5%となっており、莫大な固定資産を抱えることによって外部負債の比率が上昇し、その結果金融費用が膨らんでいる様子が伺われるが、公益事業の特殊性も考慮しなければならないだろう。

(5) 税引後利益率 (Return After Tax)

企業の収益性を示す各種利益率を以下に示す。

① 売上高税引後利益率 (Return After Tax on Sales)

これは、

$$(\text{税引後利益} / \text{売上高}) * 100\%$$

と表わされ、収支比率とは、

$$\text{売上高税引後利益率} = 100 - \text{収支比率}$$

という関係になる。

② 払込資本税引後利益率 (Return After Tax on Share Capital)

これは企業の配当能力を判断するのに重要な比率であり、

$$\left(\frac{\text{税引後利益}}{\text{払込資本期首期末平均残高}} \right) * 100\%$$

と計算される。9電力平均の60年度の同比率は20.34%であり、電気事業が確実に配当を実施していることが伺われる。これも公益事業の特殊性によるものである。

③ 自己資本税引後利益 (Return After Tax on Equity)

自己資本は大きく資本金、法定準備金、剰余金より構成され、企業が獲得した利益 (又は損失) は剰余金として自己資本に帰属される。つまり、企業リスクの負担者は自己資本となり、自己資本がどの程度の利益を生成したかを示す自己資本利益率は、極めて重要な指標であり、以下のように求められる。

$$\left(\frac{\text{税引後利益}}{\text{自己資本期首期末平均残高}} \right) * 100\%$$

9電力平均の60年度の同比率は、11.89%であった。

④ 総資本税引後利益率 (Return After Tax on Investment)

企業が総資本 (総資産) を活用してどれだけ利益をあげているかを示す指標であり、以下のように算出される。

$$\left(\frac{\text{税引後利益}}{\text{総資本期首期末平均残高}} \right) * 100\%$$

この指標は、また、次のようにも分解される。

$$\left(\frac{\text{純利益}}{\text{総資本}} \right) = \left(\frac{\text{売上高}}{\text{総資本}} \right) * \left(\frac{\text{純利益}}{\text{売上高}} \right)$$

つまり、総資本回転率と売上高純利益率に分解され、この2比率の向上を通じて総資本の使用効率を高め、企業の収益性を上昇させるわけである。

60年度の9電力平均の同比率は1.84%であり、製造業の約2.4%を下回る。これは、電気事業が膨大な装置産業であることと料金が政府の認可制であることがその原因と思われる。

(6) 回転率 (Turnover Ratio)

回転率は、収益性を表わす重要な比率である一方、財務流動性とも深い関係がある。

それは、

- ・総資本利益率を例にとると、同比率は売上高利益率と資本回転率の積で表わされ、資本回転率を上昇させることによって企業の収益性を向上させる。
- ・回転率が高いほど資本の回収速度が速く、その結果支払能力も高まる。

などから明らかである。この回転率には以下に示すようなものがある。

① 総資本回転率 (Turnover Ratio of Liability and Equity)

ある期間の売上高をあげるのに総資本 (総資産) がその期間に何回転したかを示す比率であり、次のように算出される。

$$\left(\frac{\text{売上高}}{\text{総資本期首期末平均残高}} \right)$$

つまり手持ちの総資産をいかに効率的に使用して売上を達成したかを示しており、この回転率は高ければ高いほどよい。

9電力平均の60年度と同回転率は0.48 (製造業は1.13) であった。

② 自己資本回転率 (Turnover Ratio of Equity)

総資本は負債と自己資本で構成されるが、後者の自己資本を分母とした回転率である。

(売上高/自己資本期首期末平均残高)

9 電力平均の60年度の同回転率は3.11(製造業は3.82)となり、同回転率を見る限り製造業と大差ない。

③ 払込資本回転率 (Turnover Ratio of Share Capital)

自己資本を構成する払込資本金の回転率を示す指標である。

(売上高/払込資本期首期末残高)

9 電力平均の60年度の同回転率は5.32であり、法定準備金と剰余金を加えたいわゆる内部留保金は自己資本の約4割に達し、電気事業の自己資本の充実性が理解される。

④ 固定資産回転率 (Turnover Ratio of Fixed Assets)

総資産の内の固定資産に着目し、その利用度を表わす指標を求める。計算式は以下の通りである。

(売上高/固定資産期首期末平均残高)

9 電力平均の60年度の同回転率は0.51となり、総資本回転率と大差ない。これは、電力会社の資産が水力、火力、原子力の各発電所および送配電設備などの固定資産でほとんど占められているためである。又最近の電力需要の伸び悩みにより、この指標は低下傾向にある。

(7) 利用率による損益分岐点 (Brake Even Point by Capacity Utilization)

損益分岐点は通常、税引前利益で考える場合と資金収支面で考える場合があり、前者が利益面から後者が資金面での収支が均衡する設備利用率を求め、操業の目安とすると共に経営分析に用いる。

① 税引前利益 (Profit B.E.P. by Capacity Utilization)

税引前利益がゼロの場合

$$\alpha \cdot R_o + R_i - F - \alpha V_o - A_d - I_{nt} - D = 0 \quad \dots\dots\dots (3-95)$$

が成立する。ここで α : 設備利用率, R_o : 利用率100%の時の全売上収入, R_i : 受取利息, F : 固定費, V_o : 利用率100%の時の変動費, A_d : 販売費, I_{nt} : 長期借入金支払利息, D : 減価償却費を示している。従って,

$$\alpha = \frac{F + A_d + I_{nt} + D - R_i}{R_o - V_o} \quad \dots\dots\dots (3-96)$$

から求める。

② 資金収支 (Cash B.E.P. by Capacity Utilization)

資金収支がゼロの場合

$$\alpha \cdot R_o + R_i - F - \alpha V_o - A_d - I_{nt} - T_1 - T_2 - R = 0 \quad \dots\dots\dots (3-96)$$

が成立する。ここで α , R_o , R_i , F , V_o , A_d , I_{nt} は(3-96)式と同じであり,

T_1 ; 事業税, T_2 ; 法人税, R ; 長期借入金返済額を示している。従って,

$$\alpha = \frac{F + A_d + I_{nt} + D - R_i}{R_o - V_o} + \frac{R - D}{(1 - r_1 - r_2 + r_1 r_2) \cdot (R_o - V_o)} \quad \dots (3-97)$$

から求める。ここで, r_1 ; 事業税率, r_2 ; 法人税率である。

(8) 内部利益率 (Internal Rate of Return)

① 投下資本内部利益率 (I. R. R on Investment)

投下資本に対する内部利益率を算出する。内部利益率算出のためのキャッシュフローは以下の計算式で表わされる。

$$\text{キャッシュフロー} = \text{税引後利益} + \text{減価償却費等} + \text{支払利息} - \text{純建設費} - \text{追加投資}$$

まず, 上記のキャッシュフローを毎年度求め, 次にその現在価値合計がゼロとなるような割引率を算出する。これが投下資本内部利益率である。式で表示すると,

$$\sum_{k=i-j} CF_i / (1+r) = 0$$

となる。ここで,

CF_i : i 年度のキャッシュフロー

r : 投下資本内部利益率

i : 建設開始年度から操業終了年度

j : 建設開始年度

である。

② 自己資本内部利益率 (I. R. R on Equity)

投下自己資本に対する内部利益率を算出する。内部利益率算出のためのキャッシュフローは以下の計算式で表わされる。

$$\text{キャッシュフロー} = \text{税引後利益} + \text{減価償却費} - \text{払込資本金} - \text{追加投資} - \text{借入金返済額}$$

自己資本内部利益率は, 上記のキャッシュフローを毎年度算出し, その現在価値合計がゼロとなるような割引率と定義される。

(9) 回収期間 (Payback Period)

① 投下資本回収期間 (Payback Investment)

(8), ①で作成したキャッシュフローを, 建設期間と操業期間に分けて表示すると,

建設期間 : - 純建設費

操業期間 : 税引後利益 + 減価償却費 + 支払利息 - 追加投資

となる。つまり, 建設期間中に発生する建設費の支払い (アウトフロー) を, 操業によって生じる資金余剰 (インフロー) で回収しているわけである。本回収期間は, 建設に要する費用を金額自己資金で賄い, その投下資金を全て回収するまでの期間で表わしている。

② 自己資本回収期間 (Payback Equity)

投下自己資本 (払込資本金) の回収に要する期間を表わす。具体的には, (8), ②で作成したキャッシュフローを累積し, 操業開始からその累積キャッシュフローが黒字に転換する年度までの期間を求めることになる。

Table 3.1 資金収支表 (Cash Flow Statement)

項	目	記号	本文中の式との対応	財務表項目の関連	
1	資金源泉	Source of Funds	SOF	3-46	
2	金利, 償却前利益	Gross Profit	GRP	3-86	Table 3.2の(11)
3	払込資本金	Paid-in Share Capital	PSC	3-6	
4	補助金	Subsidies	SBS	3-6	
5	長期借入金	Long-term Debts	LTD	3-6	
6	同 開発銀行		DL1	3-6	
7	同 市中銀行		DL2	3-6	
8	同 社債		DL3	3-6	
9	短期借入金	Short-term Debts	STD	3-27~37	(35)-(10)-(37) t - 1
10	資金源泉計	Total Source of Funds	SOF	3-46	(2)+(3)+(4)+(5)+(9)
11	資金使途	Application of Funds	AOF	3-47	
12	建設費計	Capital Investment	INV	3-1	(13)+(14)+(20)+(21)+(22)
13	建物費	Elections	CIE	3-1	
14	設備費	Equipments	CIQ	3-1	(15)+(16)+(17)+(18)+(19)
15	設備費 1				
16	" 2				
17	" 3				
18	" 4				
19	" 5				
20	創業費等	Pre-operation Cost	CIP	3-1	
21	土地費等	Land Acquisition Cost	CIL	3-1	
22	建中金利	Int. During Construction	IDC	3-17	
23	元本返済支払利息計	Debt Service Payment	DSP	3-45	
24	開発銀行元本返済	Repayment-1	RLD1	3-8, 13	
25	開発銀行支払利息	Interest-1	ILD1	3-11, 16	
26	市中銀行元本返済	Repayment-2	RLD2	3-8, 13	
27	市中銀行支払利息	Interest-2	ILD2	3-11, 16	
28	社債元本返済	Repayment-3	RLD3	3-8, 13	
29	社債支払利息	Interest-3	ILD3	3-11, 16	
30	短期借入金返済	Short-term Repayment	RSD	3-38~44	(9) t - 1
31	短期借入金返済利息	Short-term Interest	ISD	3-38~44	
32	収 入 税	Income Tax Payment	TIN	3-87~92	Table 3.2 (23)(24)
33	配 当	Divident	DVD	3-93	Table 3.2 (28)
34	解体費	Decommissioning Expense	RDC	3-24~26	
35	資金使途計	Total Application of Funds	AOF	3-47	(12)+(23)+(32)+(33)+(34)
36	資金収支	Cash Balance	C	3-48	(10)-(35)
37	資金収支累計	Above Cumulative	AC		(36)+(37)
38	内部利益率	Internal Rate of Return	IRR		Table 3.2 (2)-(12)-(32)-(4)
39	割引率	Discount Factor			
40	割引後キャッシュフロー	Discounted Cash Flow			(38)×(39)
41	割引後キャッシュフロー累計	Above Cumulative			
42	自己資本利益還元	Cash Flow for IRR on Equity			

Table 3.2 損益収支表 (Income Statement)

項	目	記号	本文中の式との対応	財務表項目の関連	
1	収 入	Revenue	RVN	3-75	
2	売上収入	From Sales	IFS	3-76	
3	その他収入	From Others	IOT	3-75	
4	受取利息	From Interest of Bank	IBK	3-77	
5	収入統計	Total Revenue	RVN		(2)+(3)+(4)
6	操業費	Operating Cost	OAC	3-78	
7	固定費	Fixed Cost	FOC	3-79	
8	変動費	Variable Cost	VOC	3-81	
9	操業費計	Total Operating Cost	OAC	3-78	(7)+(8)
10	一般管理費	Administration Cost	ADC	3-83	
11	金利, 償却前処理	Gross Profit	GRP	3-86	(5)-(9)-(10)
12	長期支払利息	Long-term Interest	ILD	3-11, 16	
13	短期支払利息	Short-term Interest	ISD	3-38, 41	Table 3.1, (24)~(31)
14	支払利息計	Total Interest			(12)+(13)
15	償却前利益	Gross Profit			(11)-(14)
16	減価償却費	Depreciation	DEP	3-53, 54	
17	繰延資産償却費	Amortization	AMR	3-72	
18	コスト総計他	Total Cost Others			(9)+(10)+(14)+(16)+(17)
19	税引前利益	Net Profit Before Tax	RBT	3-87	(5)-(18)
20	操業損失繰越	Loss Carryover			
21	解体費引当金	Decommissioning Reserve	RDC	3-25	
22	解体費積立金	Decommissioning	RDP	3-26	
23	事業税	Enterprise Tax	TIE	3-88~92	
24	法人税	Cooperation Tax	TIC	3-88~92	
25	税引後利益	Net-profit after Tax	NPT		(19)-(21)-(23)-(24)
26	前期繰越利益	Retained Earning at B.O.Y			(30) t-1
27	法定準備金	Legal Reserve	DLR	3-94	
28	配 当	Divident	DVD	3-93	
29	配 当 率	Divident Ratio	r d	3-93	
30	次期繰越利益	Retained Earning at E.O.Y			(25)+(26)-(27)-(28)

Table 3.3 貸借対照表 (Balance Sheet)

項	目	記号	本文中の式との対応	財務表項目の関連
1	資産の部	Assets		
2	流動資産	Current Assets	AC	Table 3.1 (37)
3	正味固定資産	Net Fixed Assets		(4) - (8)
4	建設費累計	Capital Investment	ΣINV	3-1 (5) + (6) + (7)
5	建物費累計	Erections	ΣCIE	3-1 Table 3.1 Σ (13)
6	設備費累計	Equipment	ΣCIQ	3-1 Table 3.1 Σ (14)
7	土地費累計	Land Acquisition Costs	ΣCIL	3-1 Table 3.1 Σ (21)
8	償却費累計	Less Accumulate Dep.	ΣDEP	3-53, 54 Table 3.2 Σ (16)
9	正味繰延資産	Net Deffered Assets		(10) + (11) - (12)
10	創業費累計	Pre Operation Cost	ΣCIP	3-1 Table 3.1 Σ (20)
11	建中金利累計	Int. During Const.	ΣIDC	3-17 Table 3.1 Σ (22)
12	償却費累計	Less Accumulate Amort.	ΣAMR	3-72 Table 3.2 Σ (17)
13	資産計	Total Assets		(2) + (3) + (9)
14	負債の部	Liabilities		
15	流動負債	Current Liabilities	STD	3-27~37 Table 3.1 (9)
16	固定負債	Fixed Liabilities	LTD	3-6 (17) + (18) + (19)
17	長期借入金残高1	Long-term Debt 1	RAL 1	3-9, 14 Table 3.1 Σ ((16) - (23))
18	長期借入金残高2	" 2	RAL 2	3-9, 14 Table 3.1 Σ ((17) - (26))
19	長期借入金残高3	" 3	RAL 3	3-9, 14 Table 3.1 Σ ((18) - (28))
20	負債計	Total Liabilities		(15) + (16)
21	資本の部	Equity		
22	解体費準備金	Decommissioning Reserve	ΣRDC	3-25 Table 3.2 Σ (21)
23	払込資本金	Share Capital	ΣPSC	3-6 Table 3.1 Σ (3)
24	助成金	Subsidies	ΣSBS	3-6 Table 3.1 Σ (4)
25	法定準備金	Legal Reserve	ΣDLR	3-94 Table 3.2 Σ (27)
26	剰余金	Retained Earning		Table 3.2 Σ (30)
27	資本計	Total Equity		(22) + (23) + (24) + (25) + (26)
28	負債及び資本計	Total Liabilities and Equity		(20) + (27)

4. 計算プログラム

4.1 プログラム構成

計算フローの概略チャートをFig. 4.1に示している。事業毎に、与め入力データから計算しうる項目は全て年度値を作成し、期を進めながら資金・損益の収支を計算する。最後に各種経営条件が満足するようパラメータを調整してくり返し計算を実行する簡易なプログラムの構成である。フローチャートのわくに添えている英文字名はサブルーチン名である。Fig. 4.2には繰越欠損控除のアルゴリズムについてのフローとその説明を示している。繰越欠損控除の算式については3.2.2項を参照されたい。

4.2 入力データおよび計算結果出力

Fig. 4.1に入力データについて入力データのグループとそれに属する変数名および入力フォーマットと説明を示す。フォーマット欄の()内にはカラム番号を示している。グループ名は入力データ種を同定する為のID記号列となっている。数量の期別データ入力は全ての期データを入力するのは繁雑となるのでデータを入力する期の数と始および終端期のデータを入れる事によってその間の期のデータが定差又は定率で自動的に補間する方法をとっている。なお、表の注釈に示したように最終データを指定期まで延長するオプションも備えている。

計算結果出力は3.3節で述べた資金、損益、貸借の財務3表、詳細なコスト表、および各種の経営分析指標であり、全ての項目は事業設立から終了までの各年次にわたって表の形で出力する。各項目をTable 4.2に示している。資金および損益収支については、その様子が一目で判断しうるように、現在、図形出力機能を追加している。なお、経営条件を満たす目的の計算出力の場合は、条件が満たされた段階での最終結果を出力する。

4.3 複合事業体モデル

経営シミュレーションM法モデルは、会計原理、定式化の基本をK法に置き、各段階で複数施設を集計する方法を用いた。すなわち、建設投資額、人件費、固定費、その他一般管理費等入力データを事業年別、施設別、項目別に読み込み施設別に処理した後で1事業体として統合する。資金調達、長期借入金返済、金利、減価償却費、繰延資産償却等の処理を1事業体として一括して行う。既存施設のデータを読み込み営業開始1年前の貸借対照表を作成したあとで、t期に於ける資金収支表、損益計算表の作成に入る。受取利息、売上収入、収入計、変動費、地方住民税、償却前営業利益、短期支払利息、支払利息計、費用計、償却前利益、税引前利益、赤字の繰り越し、配当、収入税、税引後利益、法定準備金、繰越利益、資金源泉計、短期借入、資金使途、資金収支、等の項目について施設別に処理し、その後に1事業体として統合する。

資金ショートが発生および各種経営条件の判定による収束計算は減価償却費、繰延資産償却費の年度別計算の終了した時点で年度毎、施設毎に行う。プログラム構成を Fig. 4.3 に示す。また、2.3 節の Fig. 2.3(a)~(c) に示した機能のプログラムは Fig. 4.4(a)(b)(c) に示すプログラムシステム 1~3 として統合した。これらの図で平行四辺形で示すのは入力データの読み込み部、長方形の二重縦辺は主要計算コードを示し、経営シミュレーション K 法を ZAIM-K で、経営シミュレーション M 法を ZAIM-M で示している。NFCC, REFCO, ORNL で示すコードは 2.3 節で述べたように、別途に開発整備を行ってきた原子力発電コスト、核燃料サイクルコスト計算コードであり、別稿で報告する⁽⁶⁾。システム 1~3 は JCL (Job Control Language) で各計算コードを統合しており、必要な入力データを設定すれば、ON-LINE で一気に各出力が得られるようになっている。

Table 4.1 入力データ表

入力データ・グループ名(番号配列/カード数)			
No.	変数名	フォーマット(カラム)	説明
OPTIDN (①~⑧/⑨) 2枚			
1	IOPT	I5(1~5)	(=1) 総合的コスト計算, (=2) 毎のコスト計算, (=3) ケーススタディ
2	IOPT2	I5(6~10)	(=1) 処理価格実質, (=2) 名目
3	KYEAR1	I5(11~15)	総合的計算の開始年
4	KYEAR2	I5(16~20)	総合的計算の終了年
5	KIJUN	I5(21~25)	価格基準年
6	AUNIT(1)	A8(26~33)	単位1
7	AUNIT(2)	A7(36~42)	単位2
8	AUNIT(3)	A8(46~52)	単位3
9	PRJIN(5)	5A8(1~40)	
CASE (①) 1枚			
1	CASEN(5)	5A8(1~40)	ケース名を記入
TERM (①~③) 1枚			
1	KCO	I5(1~5)	建設期間(年)
2	KOP	I5(6~10)	運転期間(年)
3	IYEAR	I5(11~15)	建設初年度の年数(西暦)
DECOMI (①~⑥) 1枚			
1	IDEC	I5(1~5)	(=0) 解体準備金なし, (=1) 均等種立, (=2) 金利 考慮均等積立
2	ITDC	I5(6~10)	積立期間
3	KOPT	I5(11~15)	(=1) 実質データ入力, (=2) 名目データ入力
4	ESCDEC(1)	F5.0(16~20)	実質価格上昇率
5	ESCDEC(2)	F5.0(21~26)	名目価格上昇率
6	DCE	F10.0(27~36)	解体費
RATE (①~⑦) 1枚			
1	RINTS	F10.0(1~10)	短期借入金利率(% , P.A)
2	RPROPT	F10.0(11~20)	固定資産税率(%)
3	RFIXO1	F10.0(21~30)	人件費の係数
4	RFIXO2	F10.0(31~40)	人件費を除く固定費の係数
5	RVAROP	F10.0(41~50)	変動費の係数
6	RINVST	F10.0(51~60)	建設投資額の係数
7	RINTE	F10.0(61~70)	受取利率(% , P.A)

METHOD (①~③) 一枚			
1	METHOD	I 5 (1~5)	(=1) 財務表作成のみ, (=2) 資金収支, (=3) 資金収支累計・最終年度, (=4) I R R
2	ROEI	F 10.0 (6~15)	(=5) I R R on Equitu, (=6) 通年配当率 (=7) 各年度配当率, 各額 (百万円) 又は率 (%)
3	SPU	F 10.0 (26~35)	収束条件値
DIVIDEND (①のみ) 一枚			
1	DIVDR	F 5.0 (1~5)	最大配当率 (%)
PRD・CAP. (①/②~④) 2枚+NDで指定した枚数			
1	ND	I 5 (1~5)	以下に続くカード枚数
2	K1	I 5 (1~5)	データが入る期
3	K2	I 5 (6~10)	補間オプション (=1) 定差, (=2) 定率
4	DD	F 10.0 (11~20)	プラント生産能力 (単位/年)
ONSTREAM (①/②~④) 2枚			
1	ND	I 5 (1~5)	以下に続く
2	K1	I 5 (1~5)	データが入る期
3	K2	I 5 (6~10)	補間オプション (=1) 定差, (=2) 定率
4	DD	F 10.0 (11~20)	プラント稼働率 (%)
PRD・FAC (①/②~④) 2枚			
1	ND	I 5 (1~5)	以下に続くカード枚数
2	K1	I 5 (1~5)	データが入る期
3	K2	I 5 (6~10)	補間オプション (=1) 定差, (=2) 定率
4	DD	F 10.0 (11~20)	プラント生産係数
PRICE (①~④/⑤~⑦) 2枚			
1	ND	I 5 (1~5)	以下に続くカード枚数
2	KOPT	I 5 (6~10)	データオプション (=1) 実質, (=2) 名目
3	ESCPRC(1)	F 5.0 (11~15)	実質価格上昇率 (% , P.A)
4	ESCPRC(2)	F 5.0 (16~20)	物価上昇率 (% , P.A)
5	K1	I 5 (1~5)	データが入る期
6	K2	I 5 (6~10)	補間オプション (=1) 定差, (=2) 定率
7	DD	F 10.0 (11~20)	生産処理価格 (円/単位)
OTH, REVN (①~④/⑤~⑦) 2枚			
1	ND	I 5 (1~5)	以下に続くカード枚数
2	KOPT	I 5 (6~10)	データオプション (=1) 実質, (=2) 名目
3	ESCPRC(1)	F 5.0 (11~15)	実質価格上昇率 (% , P.A)
4	ESCPRC(2)	F 5.0 (16~20)	物価上昇率 (% , P.A)
5	K1	I 5 (1~5)	データが入る期

6	K2	I 5 (6~10)	補間オプション (=1)定差, (=2)定率
7	DD	F 10.0(11~20)	その他収入(円/単位)
INVEST (①/②~④/⑤~⑯) 3枚			
1	NOINVI	I 5 (1~5)	以下に続くプラント建設投資項目の数
2	NNINV(50)	I 5 (1~5)	種類 (=1)建設費, (=2)設備費, (=3)土地費
3	NINVT(50,1)	I 5 (6~10)	建設期
4	NINVT(50,2)	I 5 (11~15)	(=1)実質, (=2)名目
5	A INVV(50,50)	8 F 10.0(16~75)	建設投資額(百万円)(K3-K2+1)個のデータ
PRE-OPE (①~④/⑤~⑦) 2枚			
1	ND	I 5 (1~5)	以下に続くカード枚数
2	KOPT	I 5 (6~10)	データオプション (=1)実質, (=2)名目
3	ESCPRC(1)	F 5.0(11~15)	実質価格上昇率(%, P.A)
4	ESCPRC(2)	F 5.0(16~20)	物価上昇率(%, P.A)
5	K1	I 5 (1~5)	データが入る期
6	K2	I 5 (6~10)	補間オプション (=1)定差, (=2)定率
7	DD	F 10.0(11~20)	創業費等(百万円)
DEPRE (①/②~⑥) 2枚			
1	NNDEP	I 5 (1~6)	償却条件を指定する建設投資項目の数
2	K2	I 5 (1~6)	種類 (1)建設, (2)~(6)設備, (7)土地
3	NDEPM(0)	I 5 (6~10)	償却方法 1=定額, 2=定率, 3=償却せず
4	NDEPY(0)	I 5 (11~15)	償却年数
5	ADEPS(0)	F 5.0(16~20)	残存簿価率 %
6	ESCINV	F 5.0(26~30)	名目価格上昇率
AMORT (①~③) 1枚			
1	NAMRT	I 5 (1~5)	創業費および建中金利の償却年数
2	NHAKO	I 5 (6~10)	新株発行費の償却年数
3	AHAKO	F 10.0(11~20)	新株発行費比率
LABOR NB (①/②~③/④~⑥) 3枚			
1	NOVAR	I 5 (1~5)	以下に続く変動費使用量項目の数
2	NNVAR(0)	I 5 (1~5)	費目番号 (1)生産部門, (2)管理部門
3	ND	I 5 (6~10)	以下に続くカード枚数
4	K1	I 5 (1~5)	データが入る期
5	K2	I 5 (6~10)	補間オプション (1)定差, (2)定率
6	DD	F 10.0(11~20)	各部門の要員数
LABOR.PR (①~②/③~⑥/⑦~⑨) 3枚			
1	NDVABR	I 5 (1~5)	以下に続く人件費単価項目の数
2	KOPT	I 5 (6~10)	データオプション (1)実質, (2)名目

3	N1	I 5 (1~5)	人件費単価の項目番号 (1)生産, (2)管理
4	ND1	I 5 (6~10)	以下に続くカードの枚数
5	ESCLAB(1,10)	F 5.0(11~15)	実質価格上昇率(%, P.A)
6	ESCLAB(2,10)	F 5.0(16~20)	物価上昇率(%, P.A)
7	K1	I 5 (1~5)	データが入る期
8	K2	I 5 (6~10)	補間オプション (1)定差, (2)定率
9	K3	F 10.0(11~20)	各部門の人件費単価(千円)
FIX.OPE (①~②/③~⑥/⑦~⑨) 3枚			
1	NOFIX	I 5 (1~5)	以下に続く人件費単位項目の数
2	KOPT	I 5 (6~10)	データオプション (1)実質, (2)名目
3	NNFIX	I 5 (1~5)	固定費の項目 (1)管理費, (2)物品費, (3)保修費, (4)定検費
4	ND1	I 5 (6~10)	以下に続くカードの枚数
5	ESCFIX(1,20)	F 5.0(11~15)	実質価格上昇率(%, P.A)
6	ESCFIX(2,20)	F 5.0(11~15)	物価上昇率(%, P.A)
7	K1	I 5	データが入る期
8	K2	I 5	補間オプション (1)定差, (2)定率
9	K3	F 10.0	各固定費(百万円)
VAR CONS (①/②~③/④~⑥) 3枚			
1	NOVAR	I 5 (1~5)	以下に続く変動費使用量項目の数
2	NNVAR(10)	I 5 (1~5)	変動費項目番号 (1~3)原材料, (4)電力, (5)燃料使用量, (6)工業水, (7~9)その他
3	ND	I 5 (6~10)	以下に続くカード枚数
4	K1	I 5 (1~5)	データが入る期
5	K2	I 5 (6~10)	補間オプション (1)定差, (2)定率
6	DD	F 10.0(11~20)	各変動費使用量
VAR. PRIC (①~②/③~⑥/⑦~⑨) 3枚			
1	NOVAR	I 5 (1~5)	以下に続く人件費単価項目の数
2	KOPT	I 5 (6~10)	データオプション (1)実質, (2)名目
3	NNVAR(20)	I 5 (1~5)	変動費項目番号 (VAR CONS-2に同じ)
4	ND1	I 5 (6~10)	以下に続くカード枚数
5	ESCVAR(1,10)	F 5.0(11~15)	実質価格上昇率(%, P.A)
6	ESCVAR(2,10)	F 5.0(16~20)	物価上昇率(%, P.A)
7	K1	I 5 (1~5)	データが入る期
8	K2	I 5 (6~10)	補間オプション (1)定差, (2)定率
9	K3	F 10.0(11~20)	各変動費単価(円/固有単価)
ADMINIS (①~②/③~⑥/⑦~⑨) 3枚			
1	NOADMN	I 5 (1~5)	以下に続く一般管理費項目の数

2	KOPT	I 5 (6~10)	データオプション (1)実質, (2)名目
3	N1	I 5 (1~5)	項目番号 (1)地方住民税, (2)保険費, (3)その他
4	ND1	I 5 (6~10)	以下に続くカード枚数
5	ADM(1)	I 5 (11~15)	実質価格上昇率
6	ADM(2)	I 5 (16~20)	名目価格上昇率
7	K1	I 5 (1~5)	データが入る期
8	K2	I 5 (6~10)	補間オプション (1)定差, (2)定率
9	K3	F 10.0 (11~20)	各一般管理費(百万円)
DEBT(LT)			
1	NOLTD	I 5 (1~5)	長期借入金の数
2	LOPT1	I 5 (6~10)	返済方法の指定 (1)半賦, (2)年賦
3	NNLTD(0)	I 5 (1~5)	長期借入金の種類(1~3)
4	LOPT2(0)	I 5 (6~10)	返済方法の指定 (1)元金均等, (2)元利均等
5	IRLTD(0)	I 5 (11~15)	返済期間(年)
6	PRNLTD(0)	F 10.0 (21~30)	構成比(%)
7	RINLTD(0)	F 10.0 (31~40)	金利率(%, P.A)
FINANCE (①,②) 1枚			
1	FOTPRN	F 10.0 (1~10)	自己資本金比率(%)
2	SUBPRN	F 10.0 (11~20)	助成金比率(%)
TAX (①~④) 1枚			
1	ETAXR	F 5.0 (1~5)	事業税率(%)
2	CTAXR	F 5.0 (6~10)	法人税率(%)
3	LCARRY	I 5 (21~25)	赤字の繰越期間
4	ICARR	I 5 (26~30)	赤字繰越・オプション (0)繰越なし, (1)繰越し有
BYPROQ (①/②~④) 2枚			
1	ND	I 5 (1~5)	以下に続くカード枚数
2	K1	I 5 (1~5)	データが入る期
3	K2	I 5 (6~10)	補間オプション (1)定差, (2)定率
4	DD	F 10.0 (11~20)	その他生産能力(単位/年)
BYPROP (①~④/⑤~⑦) 2枚			
1	ND	I 5 (1~5)	以下に続くカード枚数
2	KOPT	I 5 (6~10)	データオプション (1)実質, (2)名目
3	ESCBYP(1)	I 5 (11~15)	実質価格上昇率(%, P.A)
4	ESCBYP(2)	I 5 (16~20)	物価上昇率(%, P.A)
5	K1	I 5 (1~5)	データが入る期
6	K2	I 5 (6~10)	補間オプション (1)定差, (2)定率
7	DD	F 10.0 (11~20)	その他売上価格(円/単位)

CEND ; 1ケース分のデータ終了指示カード
DEND ; インプットデータ終了指示カード

注釈1 ; RROD CAP, ONSTREAM, PRDFAC, PRICE, OTH.REVN, PRE-OPE, LABR.NB, LABR.PR, VAR.CONS, VAR.PRIC, ADMINIS, に於いては期別データの入力にあたって次のオプションがある。(①/②~⑤) 2枚

1	K1	I1(1~5)	カード枚数
2	K2	I2(1~2)	データの入る最初の期数
3	K3	I2(3~4)	5.6に定義したデータの入る期数
4	K4	I3(5~7)	5.6の最後に記入されたデータを延長する期数
5	DA(7)	7F10.0(11~80)	期別データ(単位/年)1~7
6	DA(14)	7F10.0(11~80)	期別データ(単位/年)1~7

注釈2 ; LABR.PR, FIX.OPE, VAR.PRIC, ADMINIS に於いては2枚目のデータ入力にあたって、次のオプションがある。例はVAR.PRICの場合

1	NNVAR(20)	I5(1~5)	項目番号
2		I5(6~10)	
3	ESCVAR(1,10)	F5.0(11~15)	実質価格上昇率(%, P.A)
4	ESCVAR(2,10)	F5.0(16~20)	物価上昇率(%, P.A)
5	K1	I5(21~25)	以下に続くカード枚数

Table 4.2 計算結果出力項目

*** INCOME STATEMENT ***

1. REVENUE
2. FROM SALES
3. FROM OTHERS
4. FROM INTEREST OF BANK
5. TOTAL REVENUE
6. OPERATING OF BANK
7. FIXED COSTS
8. VARIABLE COSTS
9. TOTAL OPERATING COSTS
10. ADMINISTRATION COST
11. GROSS PROFIT (1)
12. INTERESTS
13. LONG - TERM
14. SHORT - TERM
15. TOTAL INTERESTS
16. GROSS PROFIT (1)
17. DEPRECIATION
18. AMORTIZATION
19. RORAL COSTS + OTHERS
20. NET PROFIT B/TAX
21. LOSS CARRYOVER
22. ENTERPRIZE TAX
23. CORPORATION TAX
24. NET PROFIT A/TAX
25. RETAINED EARNING B.D.Y
26. LEGAL RESERVE
27. DIVIDENT
28. DIVIDENT RATIO (%)
29. DECOMMISSIONING RESERVE
30. RETAINED EARNING E.O.Y

*** BALANCE SHEET ***

1. ASSETS
2. CURRENT ASSETS
3. NET FIXED ASSETS
4. CAPITAL INVESMENT
5. ERECTION
6. EQUIPMENT
7. LAND ACUI. COSTS
8. LESS ACCUI. COSTS
9. NET DEFERRED ASSETS
10. PRE - OPERATION COSTS
11. INT. DURING CONS
12. LESS ACCUMU. AMORT.
13. TOTAL ASSETS
14. LIABILITIES
15. CURRENT LIABILITIES
16. FIXED LIABILITIES
17. LONG - TERM DEBT (1)
18. LONG - TERM DEBT (2)
19. LONG - TERM DEBT (3)
20. TOTAL LIABILITIES
21. EQUITY
22. DECOMMISSIONING RESERVE
23. SHARE COPITAL
24. SUBSIDIES
25. LEGAL RESEVE
26. RETAINED EARNING
27. TOTAL EQUITY
28. TOTAL LIABILL & EQUITY

*** CASH FLOW STATEMENT **

1. SOURCE OF FUNDS
2. GROSS PROFIT (1)
3. PAID - IN SHARE CAPITAL
4. SUBSIDIES
5. LONG - TERM DEBTS
6. (1)
7. (2)
8. (3)
9. SHORT - TERM DEBIT
10. TOTAL SOURCE FUNDS
11. APPLICATION OF FUNDS
12. CAPITAL INVESTEMENT
13. ERECTION
14. EQUIPMENTS
15. (1)
16. (2)
17. (3)
18. (4)
19. (5)
20. PRE - OPERATION COSTS
21. LAND ACQUI. COSTS
22. INT. DURING COSTS
23. DEBT SERVICE PAYMENT
24. REPAYMENT (L - T 1)
25. INTEREST (L - T 1)
26. REPAYMENT (L - T 2)
27. INTEREST (L - T 2)
28. REPAYMENT (L - T 3)
29. INTEREST (L - T 3)
30. REPAYMENT (S - T)
31. INTEREST (S - T)
32. INCOME TAX PAYMENT
33. DIVIDENT
34. DECOMMISSIONING EXPENSE
35. TOTAL APPLI. OF FUNDS
36. CASH BALANCE
37. ABOVE CUMULATIVE
38. CASH FLOW FOR I.R.R.
39. DISCOUNT FACTOR
40. DISCOUNTED CASH FLOW
41. ABOVE CUMULATIVE
42. C/F FOR I.R.R. ON EQUITY

*** FINANCIAL PERFORMANCE INDICATORS ***

1. LONG - TERM DEBT/EQUITY
2. CURRENT RATIO
3. INCOME & EXPENSES RATIO
4. DEBT SERVICE COVERAGE
5. RETURN AFTER TAX
6. ON SALES
7. ON SHARE CAPITAL
8. ON EQUITY
9. ON INVEST
10. TURNOVER
11. OF LIAB. & EQUITY
12. OF EQUITY
13. OF SHARE CAPITAL
14. OF FIXED ASSETS
15. ACCUMU. CASH FLOW
16. FOR I.R.R. ON INV
17. FOR I.R.R. ON EQUITY
18. PROFIT B - E - P CAPA. UTIL
19. CASH B - E - P CAPA. UTILITY
20. I.R.R. ON INV %
21. I.R.R. ON EQUITY %
22. PAYBACK INVEST YEAR
23. PAYBACK EQUITY YEAR

*** DETAILED OPERATING AND ADMINISTRATION COST TABLE ***

1. FIXED OPERATING COSTS
2. LABOR
3. OVERHEAD
4. ARTICLES
5. MAINTENANCE
6. INSPECTION
7. TOTAL FIXED OP. COST
8. VARIABLE OPERATING COSTS
9. MATERIAL
10. POWER
11. FUEL
12. WATER
13. OTHER
14. TOTAL VALIA. OP. COSTS
15. ADMINISTRATION COSTS
16. FIXED PROPERTY TAX
17. LOCAL RESIDENCE TAX
18. INSURANCE
19. LABOR
20. OTHER
21. TOTAL ADMINI. COSTS
22. UNIT COST (\$/UNIT)
23. OPERATION
24. OPERATION & ADMINI
25. LABOR (V)
26. OVERHEAD
27. ARTICLES
28. MAINTENANCE
29. INSPECTION
30. MATERIAL
31. POWER
32. FUEL
33. WATER
34. OTHERS VAL. COSTS
35. FIX PROPERTY TAX
36. LOCAL RESIDENCE TAX
37. INSURANCE
38. LABOR (A)
39. OTHERS ADMINI. COSTS
40. INTEREST
41. DEPRECIATION
42. AMORTIZATION
43. DIVIDENCE
44. INCOME TAX PAYMENT
45. DECOMMISSIONING RESERV
46. TOTAL COSTS & OTHERS
47. SALES PRICE (\$)

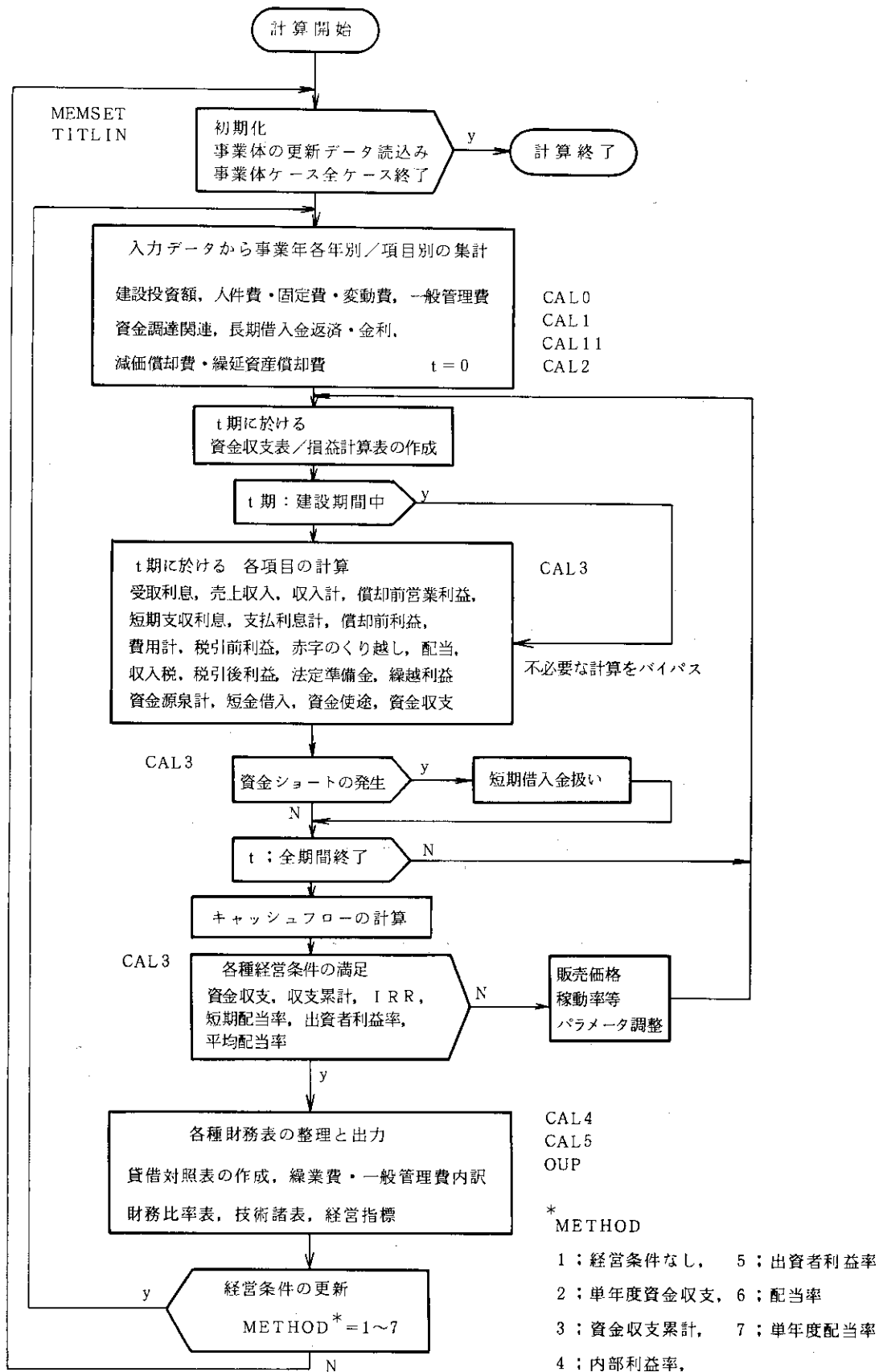


Fig.4.1 財務モデル計算フローの概要チャート

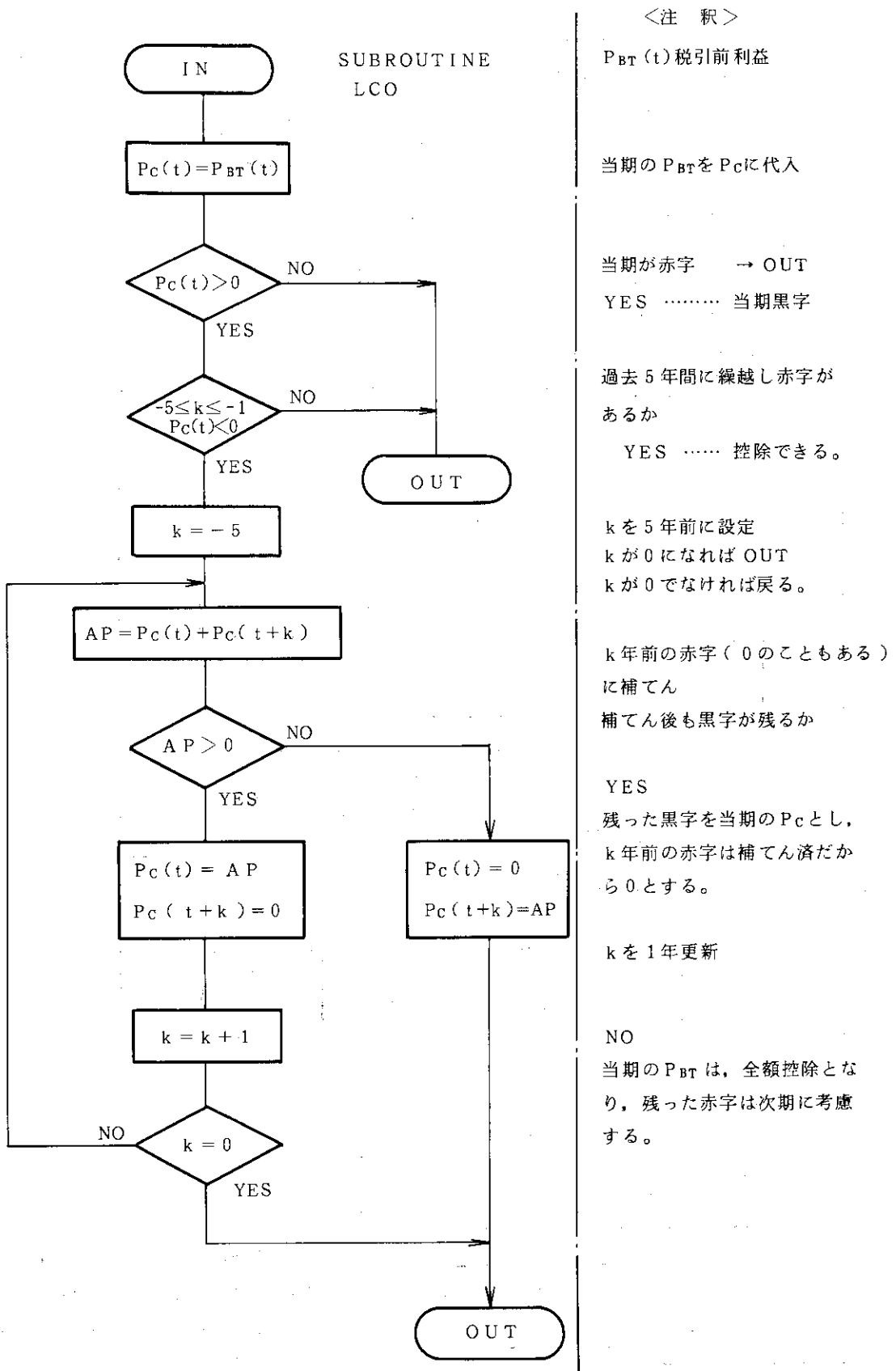
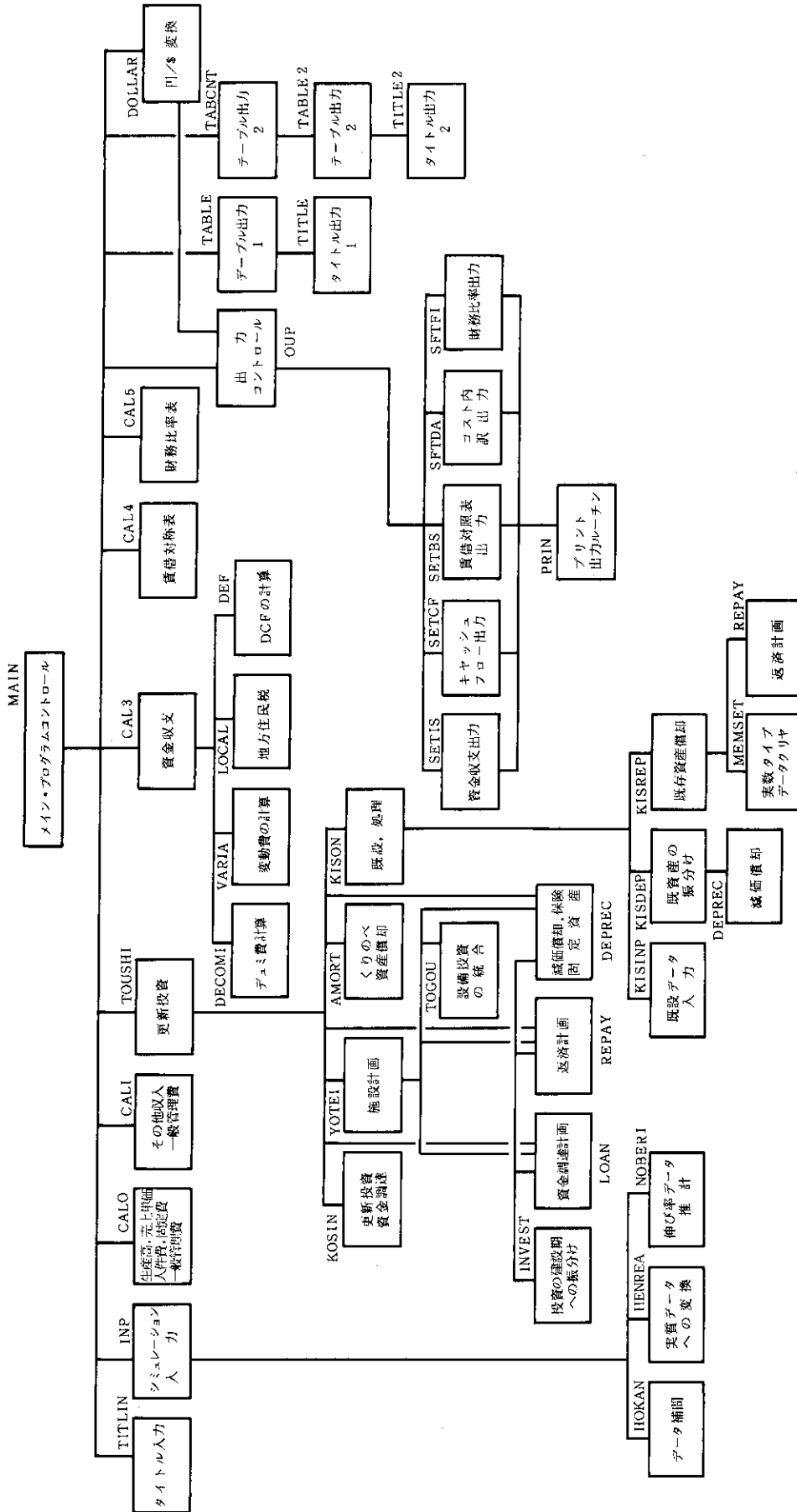


Fig. 4.2 繰越し欠損控除のアルゴリズム



(各枠上の英文字記号はサブルーチン名を表わす)

Fig. 4.3 経営シミュレーションM法プログラム構成

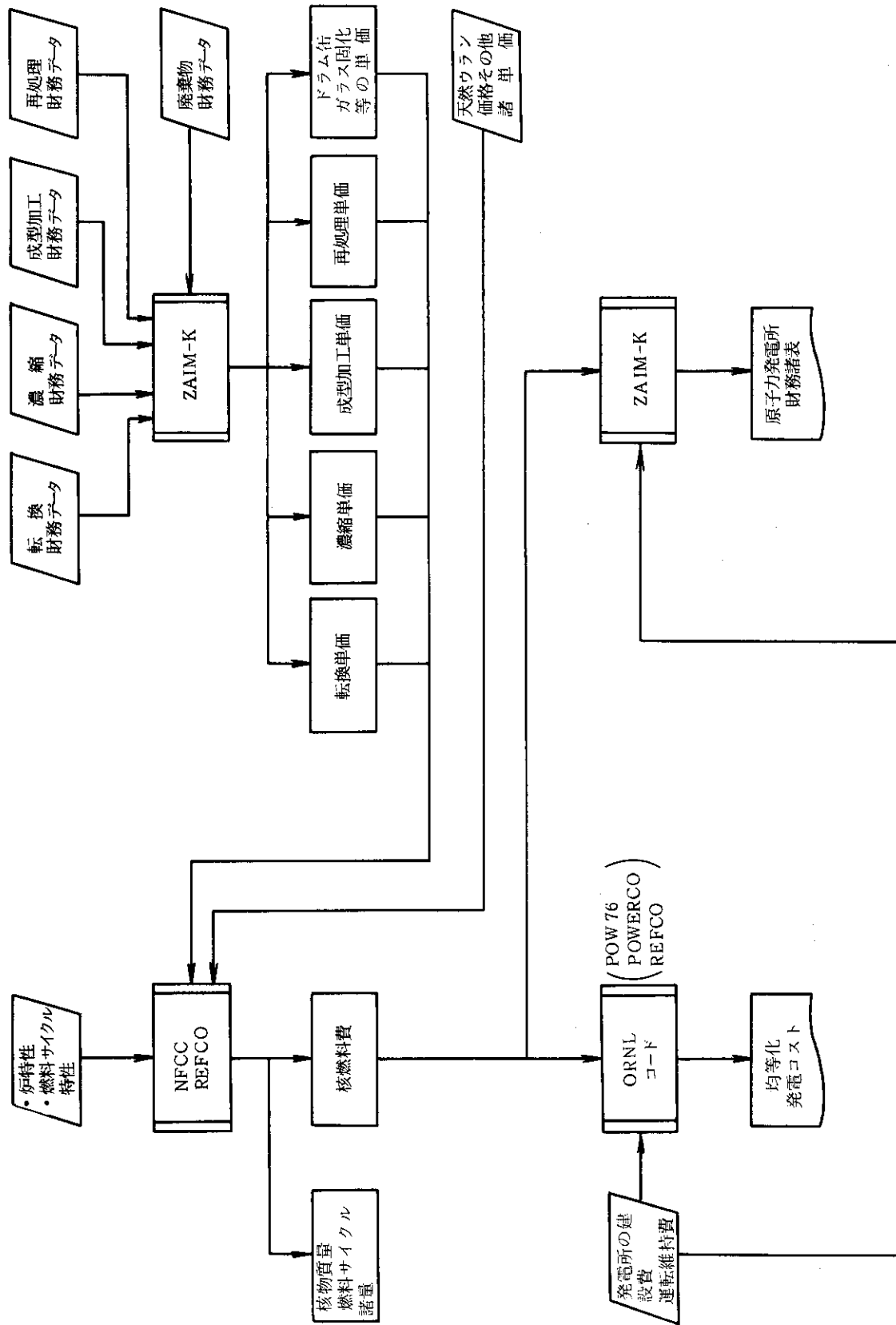


Fig. 4.4(a) システム1のプログラム構成

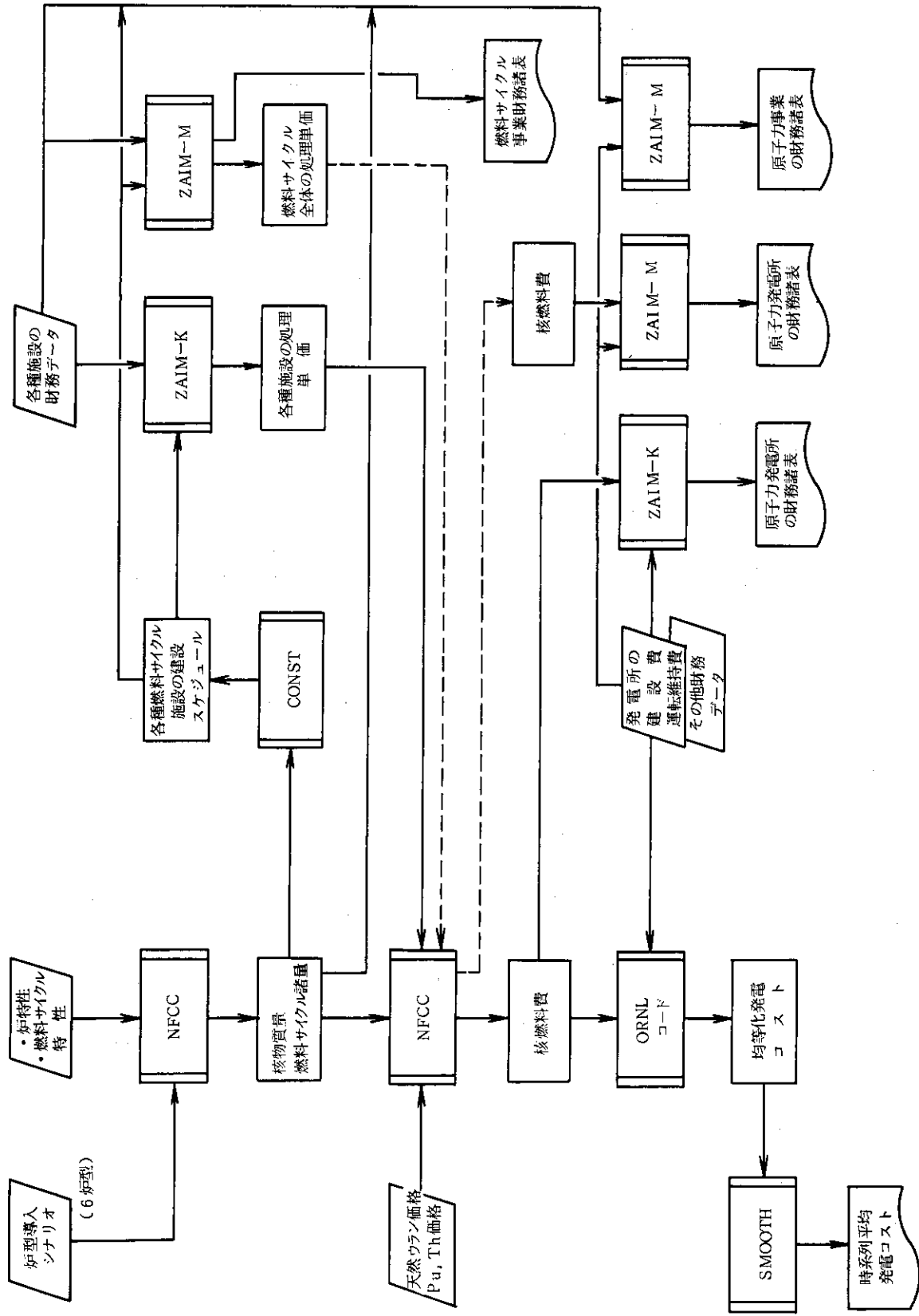


Fig. 4.4(b) システム2のプログラム構成

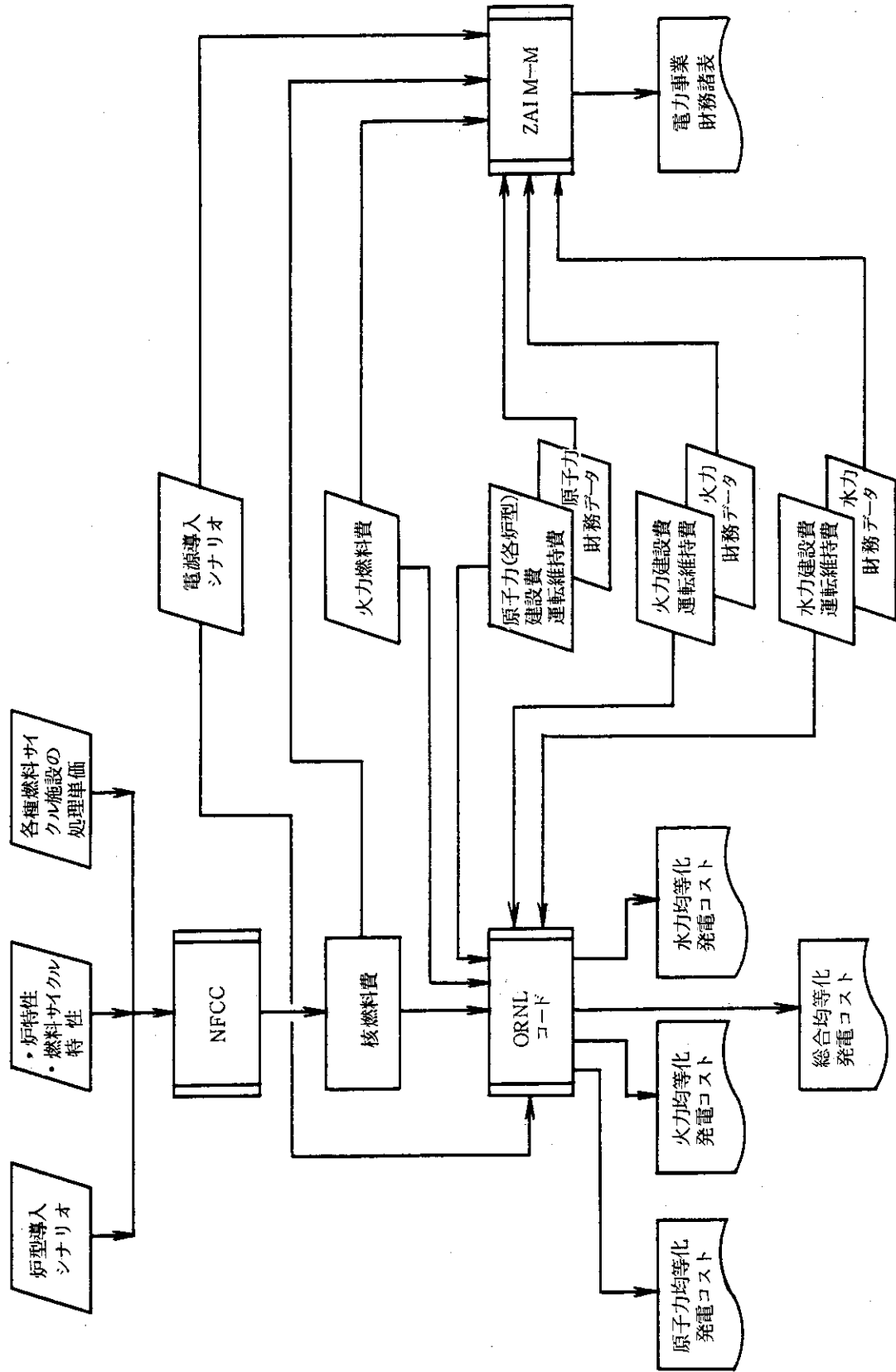


Fig. 4.4(c) システム3のプログラム構成

5. 適用解析例

5.1 石炭・メタノール・ガソリン製造事業

エネルギー事業の経済性評価分析の一環として経営分析まで行われている例の1つにDOEの委託研究で行われた石炭・メタノール・ガソリン商業プラントの概念設計がある⁽⁸⁾。当文献には分析手法や計算モデルについての説明はないが、概念設計結果の経済特性データや事業の経営分析結果が示されているので、開発してきた当経営分析モデルK法のテスト計算例に引用し、同様のシミュレーションを行った。

上記文献から引用してプラントの概要を述べると、水洗され砕細された石炭は調整プロセスで乾燥され、細粉化される。次に熔融床式ガス化炉へ500 psigの圧力で投入され反応炉中で3000℃に熱せられる。生産ガスはCO₂, H₂, COと水蒸気であり、ガス化に必要な酸素は空気分離器で供給する。生産ガスは不純物除去のあとシフトプロセスに入りメタノール合成に必要な水素の割合を多くする。更に酸性ガス除去プロセスに入って硫黄分を含むガスとCO₂を除去した後380~750 psigに加圧されてメタノール合成プロセスに入る。合成プロセスでのH₂は冷凍プロセスを再循環しH₂濃度を高めた上で燃料ガスシステムに貯められる。合成ガス製造プロセスでは燃料ガスであるLPG, 高純度のブタンガス等を生産し、燃料ガスシステムに貯蔵される。アルキル系及びブタンはガソリン調合に、一部のイソブタンはガソリンブレンドに用いられてガソリンが合成される。これらのフロー図をFig. 5.1に示している。そしてこのプラントの概念設計値から経済性評価に必要なデータを抽出して示したのがTable 5.1である。また、経営分析に必要な経済パラメータの前提条件値をTable 5.2に示している。

以上の前提条件を用いてシミュレーションを行った結果、販売単価は32.94\$/bbl(1986年価格)となり、内部利益率は8.54%となった。また、この時の収支比率(Income and Expenditure Ratio)及び自己資本、税引後利益率(Return After Tax on Equity), 売上高税引後利益率(Return After Tax on Sales)の変化をFig. 5.2に示している。

5.2 放射性廃棄物処理関連事業

原子力関連施設の1つに放射性廃棄物処理に係る施設があり、中でも高レベル放射性廃棄物の処理・貯蔵処分の施設開発は近い将来に商業化される段階に到達している。そこで各種の経済分析が行われているが、ここでは処理、貯蔵、処分施設について概算的な入力データを仮定し、K法によるシミュレーションテストを行ってみた。

処理施設は使用済核燃料の再処理に伴って発生する高レベル放射性廃液をガラス固化体へ変換する。廃液処理能力は年間再処理を1200MTU, ガラス固化体最大時生産本数を年間1080本とする。ガラス固化体量はガラス固化体中の(FP+アクチノイド)酸化物含有率を10%として135ℓ/MTUと仮定し、この場合の建屋、機器等の直接建設費、間接建設費及び運転

ユティリティー費の仮定値をTable 5.3(a)に示している。

貯蔵施設は高レベル放射性廃棄物を一定期間安全に貯蔵することを目的とし、受入施設及び貯蔵庫からなる。受入施設はガラス固化体パッケージを受入れ、検査等を実施して貯蔵庫に送る施設であり、受入施設の受入能力は最大時において1368本/年と仮定する。検査、収容されたガラス固化体は自然空冷方式による貯蔵が可能となるまで、強制的に空気による除熱を行う強制空冷貯蔵庫に収容する。受入施設及び強制空冷貯蔵施設の建設費及び運転・ユティリティー費の仮定値をTable 5.3 bに示している。

自然空冷貯蔵庫は自然対流冷却により除熱可能となったガラス固化体を通常時は自然空冷により除熱する貯蔵庫で強制空冷設備が非常用のものである点を除けば、強制空冷設備とはほぼ同様の設備の施設であり、建設費及び運転・ユティリティー費の仮定値をTable 5.3 bに示している。

処分施設は永久貯蔵可能となったガラス固化体を地表面下1000mに収容する施設で、年間最大受入量1368本/年の能力を有し、地上施設、立抗、抗道、地下施設より成り、それぞれの建設費、運転、ユティリティー費の仮定値をTable 5.3 bに示している。

以上の各施設の建設、運開シナリオについては、我が国に於ける高レベル放射性廃棄物ガラス固化体パッケージ発生予測を考慮して設立した。すなわち、海外再処理返還ガラス固化体パッケージは1990年から年間320MTU相当分が返還され、国内再処理パッケージは1996年から発生、処分施設も2050年に運開の必要があると仮定した。それぞれの施設の建設運開スケジュールとシミュレーション対象区間をTable 5.3(c)に示す。

各施設に共通した経済性パラメータの前提をTable 5.3(d)に示す。当シミュレーションではK法のオプション機能の1つをチェックする為、それぞれの事業体における内部利益率を8%と仮定する料金単価を求めている。

シミュレーションの結果得られた平均原価と料金単価をTable 5.3(e)に示している。また固化施設、強制空冷施設、自然空冷施設、処分施設、それぞれの経営シミュレーション結果に於ける主要経営指標の推移をFig. 5.3, 5.4, 5.5, 5.6に示している。

5.3 電力事業に於ける中小型炉導入分析

以上、K法の適用例を示したが、ここではM法の適用例として、大型軽水炉に代えて中小型炉を導入した場合の電気事業者の経営状況に与える影響を分析する為に行ったシミュレーションスタディについて述べる。

5.3.1 分析のアプローチと前提

- (1) 我が国の9電力事業の中で、比較的到大都市の電力需要への給配電を受け持ち、既に複数の大型軽水炉発電所を持つ3電力事業体を選定し、1980～1985年の損益収支、資金収支、貸借対称表⁽⁹⁾を参考にし、平均化して典型的な電力事業の1985年経営状況を設定した。Table 5.4(a), (b), (c)に1985年度の財務概数を示す。
- (2) 一方、他の分析⁽¹⁰⁾から得られている我が国の2030年に至るマクロ経済、エネルギー

需給シナリオから電力需要を予測し、過去の全電力事業に於ける当事業の供給割合を仮定し、更に、我が国の電力調整審議会の計画⁽¹¹⁾を参考に当電力事業者の2030年に至る発電設備容量を予測し、Fig. 5.7に示すシナリオを設定した。

- (3) 同様に、水力、火力、原子力の各発電所建設割合を仮定し、1995年度以降に建設される原子力発電所を1.3GWe級の大型軽水炉で充当したケース、年間の原子力発電の増加設備容量が1.1GWeに達しないときは全て0.25GWe級の小型軽水炉で充当したケースの建設計画を設定した。これをFig. 5.7に併せて示す。
- (4) 各ケースについて1995年起点のM法による経営シミュレーションを行い、特に小型LWR建設については経済特性に未定の部分が多いため、経済性、運転性に関連するパラメータを変化させて、大型LWR建設の場合と比較し、小型LWR導入の場合の経営上の効果を分析した。
- (5) 1995年度財務状況は、1985年度財務状況から推計した。発電シナリオから水力、火力、原子力の発電電力量、設備容量、稼働率を設定し水力、火力、原子力の発電施設に対する投資額は電源開発、電力施設計画の値⁽¹⁰⁾を参考に仮定した。さらに、受送配電その他施設に対する投資は各施設の設備容量の伸びを用いて1985年の投資額を基盤に各年の投資を水力、火力、原子力、その他別に分けて推計する。発電設備に関連しないその他売上収入、その他収入、一般管理費等は発電設備容量の伸びを用いて推計した。
- (6) 1995年度起点の財務シミュレーションを行う為、(3)項で設定したシナリオに基づいて詳細な資金計画が必要である。このシナリオに従って水力、火力、原子力および付帯設備の設備投資計画を立てる。この設備投資計画に沿って原子力については大型炉、小型炉の経済特性から固定費、変動費、一般管理費、デコミ費等施設の収支バランスに関連するデータを設定する。水力、火力の固定費、変動費、一般管理費は1986～1995年に於けると同様、各年の発電設備の伸びから推計する。大型LWRの技術経済特性データ及び小型LWRの技術経済特性データをTable 5.5に示す。経営シミュレーションは1980年実質価格で行っており収入面である電灯、電力平均価格は1995年から2010年にかけて2.0%/年でランプ状に上昇するのを標準ケースとし、各種のケースをケーススタディした。又、火力発電の燃料価格は2.0%/年で推移するとした。
- (7) 固定費、変動費、一般管理費については3章に述べた細分類項目ごとに、施設別にデータを入力し1事業者として統合する。固定費については施設別に要員数、人件費単価、物品費、および補修費を入力し施設別の人件費、物品費および補修費を求め1事業者として統合する。変動費については施設別に原材料費、電力量、燃料費、工業用水費、その他費の100%稼働時の使用量及び単価を設定し、稼働率を掛けて施設別のそれぞれの変動費を求め1事業者として統合する。税金や保険などは事業者で一括して支払われる為計算後、施設毎に配分する。

既存の資産については施設別・資産別にシミュレーション1期前に残存価格、残存率、償却方法の指定、未償却期間を設定し、償却額、固定資産税および保険料を計算する。資本、流動資産、次期繰越金についてもシミュレーション1期前に設定する。短期借入金についても営業開始の1期前に入力、翌年一括返済する。長期借入金については借入金の種

類別にシミュレーション1期前に設定し、残りの返済期間、返済方法、返済猶予期間および金利から借入金返済額および支払利息を計算する。

- (8) (2)項に述べた1995年以降の発電シナリオの詳細は大型炉ケース、小型炉ケースに於いて総発電電力量シナリオから大型炉、小型炉の稼働率をそれぞれ70、75%、水力の稼働率を2015年まで30%、2020年まで20%それ以降15%と仮定して発電量を求め、総発電電力量と水力、原子力発電電力量の差を火力が補うと仮定してシナリオを作成した。これをTable 5.6に示す。
- (9) 各施設の原価償却に関する仮定はTable 5.7に示す。資金調達比率および長期借入金利については過去の資金調達実績および借入金利を参考にTable 5.8(a)に示すように設定した。社債は10年物事業償利回り、市中金利は長期プライムレート、政府系は日本開発銀行利回りを使用するものとする。その他、財務計算に関連する経済項目値についてTable 5.8(b)に示す様に設定した。

5.3.2 ケーススタディと結果

FINANCE-Mによるケーススタディは次の通りである。

(1) 建設費の限界を求めるケーススタディ

大型LWRと小型LWRの電力事業経営に於ける効果を比較する為に原子力発電計画を大型LWRに限った場合と小型LWRに限った場合の電力事業経営シミュレーションスタディを行った。同時に収支比率が100%を越える建設費の限界値を試行錯誤的に求めた。この時の小型炉の操業費は大型軽水炉に於ける建設費に対する比率と同じであるとし、稼働率は0.75とした。

結果の一部をTable 5.9, Fig. 5.8に示している。いずれのシナリオケースに於いても電力事業では自己資本比率が上昇し、欧米企業のパターンに近づいているが、一方で設備過剰から回転率が低下しており、規模が小さく、建設期間の短い中小型炉が資金面で有利な事は明白である。一方、建設費の上限は大型軽水炉の1.5倍のケースにあり、2004年に支出が収入を上回り赤字を出している。しかし1.2倍のケースでは経営収支面と資産回転率で大型LWRよりも十分に優位に立っている事が考察される。

(2) 小型LWRの経済パラメータが経営に対して持つ感度を把握する為のケーススタディ

小型LWRの建設期間、人件費と修繕費、稼働率について単独にパラメトリックサーチを行い経営指標の変化を求めた。この時の小型炉の建設費は大型炉の1.2倍で一定とした。結果の一部をFig. 5.9に示している。(a)は収支比率の変化、(b)は売上高利益率の変化であり、いずれの場合にも稼働率の変化が最も大きい感度を有している。図には示されていないが、稼働率65%時には大型LWRの1.2倍の建設費のケースで2002年~2004年2017年~2021年で経費が収入を上回り赤字となっている。この事からも、小型LWRは高稼働率を維持しうる事が必須の技術条件の1つとなる。一方、当然の事ながら、建設期間は売上高での感度は小さいが、収支面では固定運転維持費より大きな感度を有している。資金面では稼働率の自己資本回転率への影響があるだけで他は小さい。

(3) その他のケーススタディ

大型LWR、小型LWR共にデコミッションング費用を建設費に含めて減価償却する場合とデコミ引当金として処理する場合のケーススタディを行い経営指標に及ぼす効果について比較した。結果の一部をTable 5.10に示している。いままでの分析ケースではデコミ費用は金利を考慮して引当金として積立てる処理方法に基づいて計算してきた。Table 5.9はデコミ費用を建設費に含めて減価償却する方法に基づいた場合を示している。Table 5.9と比較すると償却の場合はコスト要素が増え引当金の場合は現在価値に戻す金利の分だけ負担が軽くなるので利益率に差が生じる。この差が大型LWRに於いて大きい、Fig. 5.10には両方式の収支比率推移を示しているが、この図を見ると大型LWRの場合2011、2013、2015、2018、2021~2024の各年で赤字を計上しているが、小型LWRの場合は1.2倍の建設費で赤字は出ていない。この事から小型LWRはデコミ費処理方法に於いても有利であるとの結果を得た。なお、これらの結果については将来の電力事業経営における中小型炉について経済性の観点で有利な展望を示すものであり、別稿⁽¹²⁾で報告した。

Table 5.1 石炭・メタノール・ガソリン合成プラント概念設計値
(文献8より引用)

技術項目			技術項目		
項目	値	単位	項目	値	単位
ガソリン生産量	61148	k b b l / y r	建設費1	34990	10 ⁶ \$
プロパン生産量	3322	k b b l / y r	建設費2	12467	10 ⁶ \$
イソブタン生産量	5366	k b b l / y r	建設費3	10	10 ⁶ \$
サルファ生産量	241	10 ³ t / y r	創業費	50	10 ⁶ \$
石炭必要量	22995	10 ³ t / y r	繰上資産償却	3	年
酸素必要量	20253	10 ³ t / y r	要員1	1650	人
水必要量	59679	10 ³ t / y r	要員2	200	人
石灰必要量	989	10 ³ t / y r	営業期間	20	年
必要電力量	1011	MMB t u / h r	借入金返済	20	年
ガス化炉用 必要石炭量	65792	MMB t u / h r	建設開始	1978	年
ボイラー用 必要石炭量	11594	MMB t u / h r	運転開始	1986	年
サルファ等価熱量	219	MMB t u / h r	保険費	2500	10 ³ \$ / 年
C ₃ L P G等価熱量	1473	MMB t u / h r	運転維持費中の 触媒化学薬品	174030	\$ / d a y
イソブタン等価熱量	2545	MMB t u / h r	運転維持費中のスペ アパーツ等の物品費	50700*	×10 ⁶ \$ / y
ガソリン等価熱量	35483	B t u / h r	燃料オイル	106234	
熱効率	50.7	%	運転維持費中の その他管理費	188833*	×10 ⁶ \$ / y
稼働率	91.781	%		253482	
技術耐用年数	20	年	* 別途各年毎のシナリオによる。		
建設期間	8	年			

Table 5.2 経営シミュレーション前提条件

経済計算条件			他のコスト条件		
項目	値	単位	項目	値	単位
計算開始年	1978	年	石炭価格	25	1977\$/t
配当率	6	%	石灰	10	1977\$/t
短期金利率	9	%	C3-LPG	0.2	1977\$/bbl
長期借入金利率	9	%	インブタン	0.35	1977\$/bbl
受取利率	6	%	サルファ	60	1977\$/t
事業税率	5	%	電力価格	0.018	1977\$/kwh
法人税率	48	%	人件費単価1	18	10 ³ \$/y
償却残存率	0	%	人件費単価2	21.5	10 ³ \$/y
自己資本費率	35	%			
長期借入金比率	65	%			
価格上昇率名目	6	%			
価格上昇率実質	1	%			

Table 5.3(a) 施設別 建設/運転前提条件

	固化施設	強制空冷施設*	自然空冷施設*	処分施設
建設開始年	1992年	1987年	1988年	2045年
運転開始年	1996年	1990年	2001年	2050年
運転終了年	2010年	2030年	2070年	2071年
最大時生産能力	1080本/年	15120本/年	18000本/年	1368本/年
投資額1計	20200百万円	58600百万円	178200百万円	24170百万円
投資額2計	13150百万円	23230百万円	82650百万円	112878百万円
投資額3計	9500百万円	24530百万円	74610百万円	51664百万円
最大時要員数	66人/年	76人/年	76人/年	130人/年
最大時固定費	860百万円/年	1686百万円/年	1512百万円/年	709百万円/年
最大時変動費	4450百万円/年	306百万円/年	227百万円/年	9948百万円/年
最大時一般管理費	594百万円/年	684百万円/年	2490百万円/年	2532百万円/年

貯蔵施設は3000本の貯蔵庫6棟ごとに1棟の受入施設を必要とする。

Table 5.3 (b) 各施設 建設／運転費詳細

(単位 百万円)

		固化施設	強制空冷施設*	自然空冷施設	処分施設
直接建設費	建屋	20,200	5,200 8,900	5,200 7,000	9,470
	機器	13,150	4,150 3,180	4,150 2,750	8,287.8
	小計	33,350	9,350 12,080	9,350 9,750	9,234.8
間接建設費		9,500	2,670 3,440	2,670 2,790	3,841.4
建設費合計		42,850	12,020 15,520	12,020 12,540	18,871.2**
労務費		396	96 60	96 60	540
ユーティリティ費		370	41 67	41 31	130
維持修繕費		860	252 239	252 210	427
原材料費		4,080	-	-	9,764
一般管理費		594	144 90	144 90	2,172
運転費合計		6,300	989	924	13,696**
使用電力量 kWh/年		13.0×10^6	2.0×10^6 3.7×10^6	1.7×10^6	9.0×10^6

* 強制空冷施設の欄の上段は受入施設、下段は貯蔵庫

** 処分施設サイト共通施設として土地 14,700, 港湾 30,000, 施設 13,250 計 57,950 (百万円), 労務費 2,400, ユーティリティ費 54, 維持修繕費 282, 一般管理費 360, 計 936 (百万円) を加える。

*** 強制空冷/自然空冷貯蔵庫は 3000 本 1 棟単位の費用。

Table 5.3(c) 各施設の建設、運転スケジュールとシミュレーション期間

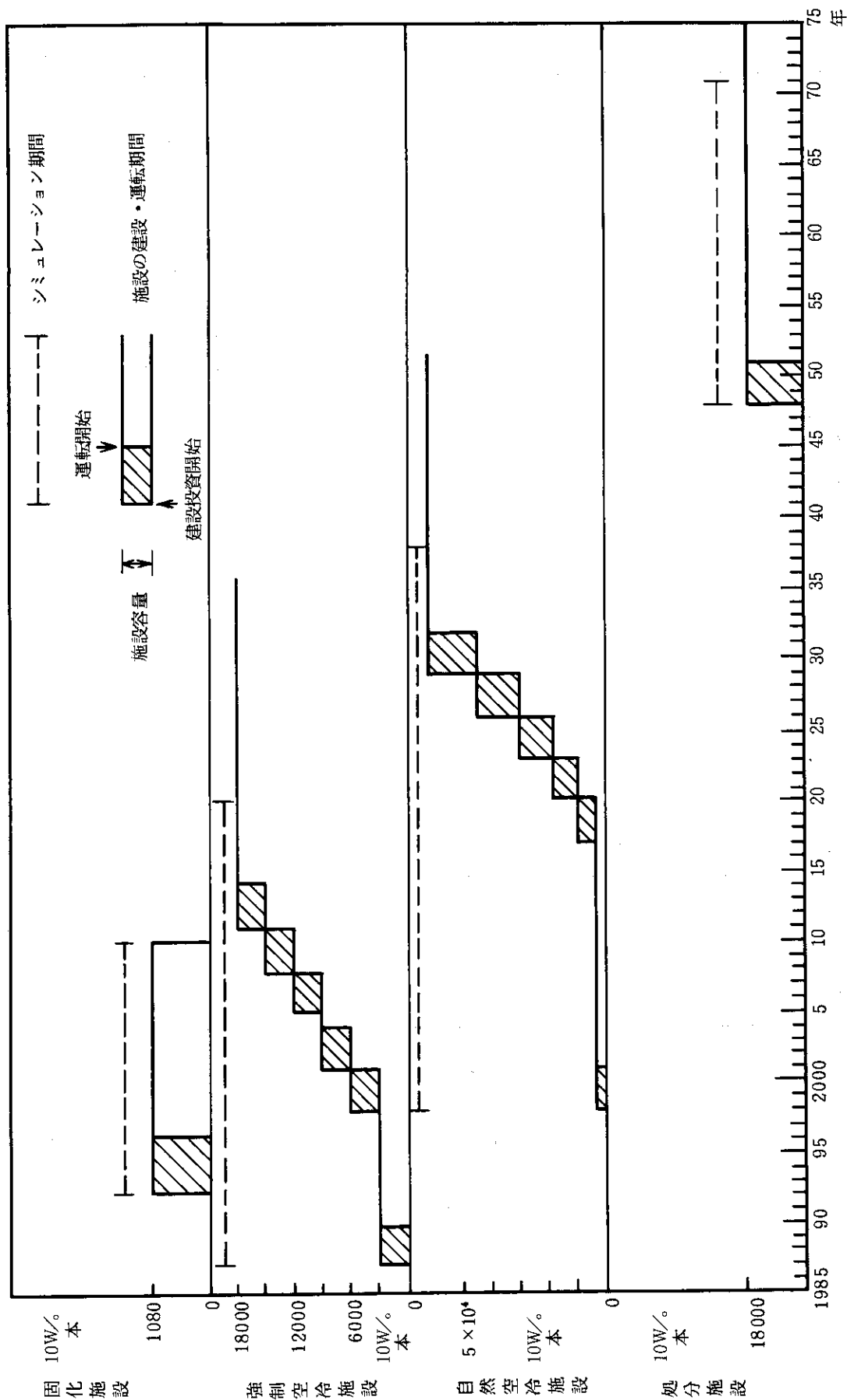


Table 5.3 (d) 経済パラメータ前提条件(各施設に共通)

項 目	前提条件(単位)	項 目	前提条件(単位)
稼働率	100%	配当率	6%
固定資産税率	1.4%	短期金利率	1.6%
受取利率	0.0%	繰越資産償却率	3年
自己資本比率	20%	長期借入金比率	80%
事業税率	10%	法人税率	48%
人件費単価	6百万円	赤字繰越し	5年
減価償却方法	定 額	減価償却期間	30年
長期借入金A金利	2.2%	長期借入金B金利	3.7%

Table 5.3 (e) 内部利益率8%の場合の各事業体の料金単価

(単位 千円/本・年)

施設名	単価	平均原価	料金単価
固 化 施 設		8524.94	15175.65
強 制 空 冷 施 設		1173.95	3575.51
自 然 空 冷 施 設		1469.00	3950.10
処 分 施 設		23679.91	84520.79

Table 5.4(a) ティピカルな電力事業体 1985年財務3表の概数

	Main items	Real value 10 ⁶ 1980 YEN
Income statement	Revenue	3,092,486
	Total cost	3,024,148
	Gross profit before depreciation	866,692
Cash flow statement	Source funds	2,459,228
	Funds application	2,516,855
	Cum. Cash barance	657,867
Balance sheet	Net fixed assets	8,638,027
	Liabilities	6,839,366
	Equity	2,456,529

Table 5.4 (b) 1985年度貸借対照表の概数の設定

(10⁶円)

項 目	名 目	実 質	
流動資産	336,729	310,349	
水力発電設備	316,772	291,956	
火力発電設備	603,333	556,067	
原子炉発電設備	668,668	616,284	
その他設備 送電+変電+配電 +業務+休止+貸付設備	水 力	205,312	189,228
	火 力	1,153,452	1,063,090
	原 子 力	669,208	616,782
	そ の 他	258,355	238,115
	合 計	2,286,328	2,107,214
核燃料	490,279	451,870	
投資等 事業外固定資産+投資等	水 力	32,395	29,857
	火 力	115,950	106,867
	原 子 力	39,766	36,651
	合 計	188,112	173,375
固定資産仮勘定	水 力	141,296	130,226
	火 力	357,949	329,907
	原 子 力	357,092	329,117
	合 計	856,337	789,250
短期借入金	1,154,425	1,063,986	
長期借入金	社 債	1,448,003	1,334,565
	民 間 系	1,559,229	1,437,077
	政 府 系	479,763	442,178
資本金	487,959	449,732	
次期繰越金 (退職給与引当金/濁水準備引当金 再処理引当金/法定準備金, 等)	617,176	568,825	

Table 5.4(c) 1985年度収支バランス表の概数の設定

(10⁶円)

項	目	名	目	実	質
電灯収入		807,887		744,596	
電力料		1,853,905		1,708,668	
その他売上収入		263,135		242,521	
その他営業外収入		7,590		6,995	
財務収益(配当金, 利息)		6,470		5,963	
当期経常収益計		2,763,563		2,547,063	
固定費(人件費+修繕費)		462,220		426,009	
変動費		777,435		716,530	
操業費		1,239,655		1,142,539	
水力発電	固定費	38,226		35,231	
	変動費	0		0	
	操業費	38,226		35,231	
	減価償却	19,286		17,775	
	発電費	57,512		53,006	
	送配, 償却計	14,822		13,661	
	経常費用計	200,006		184,337	
汽力発電	固定費	99,619		91,815	
	変動費	777,435		716,530	
	操業費	877,054		808,345	
	減価償却	50,258		46,321	
	発電費	927,312		854,665	
	送配, 償却計	83,230		76,710	
	経常費用計	1,345,323		1,239,929	
原子力発電	固定費	194,526		179,287	
	変動費	別計		別計	
	操業費	194,526		179,287	
	減価償却	98,142		90,453	
	発電費	292,668		269,740	
	送配, 償却計	48,284		44,501	
	経常費用計	661,429		609,612	

(次頁に続く)

項	目	名 目	実 質
その他発電電力	固 定 費	-	-
	変 動 費	-	-
	操 業 費	-	-
	減 価 償 却	-	-
	発 電 費	1 9 9,7 6 1	1 8 4,1 1 2
	送配・償却計	1 8,6 3 4	1 7,1 7 4
	経常費用計	2 9 6,7 6 2	2 7 3,5 1 3
総工事費		6 6 5,2 3 7	6 1 3,1 2 2
総債務償還		1,1 1 6,8 3 0	1,0 2 9,3 3 6
経常収益	水 力	2 4 8,2 9 9	2 2 8,8 4 7
	火 力	1,3 9 4,2 6 0	1,2 8 5,0 3 2
	原 子 力	8 0 8,8 5 7	7 4 5,4 9 0
	そ の 他	3 1 2,1 4 9	2 8 7,6 9 5
Gross Profit	水 力	1 9 6,3 9 1	1 8 1,0 0 6
	火 力	4 4 0,3 7 5	4 0 5,8 7 6
	原 子 力	5 6 9,7 5 9	5 2 5,1 2 4
	そ の 他	9 5,1 8 7	8 7,7 3 0
償却前利益		9 9 0,2 1 9	9 1 2,6 4 4
コスト計		2,5 0 3,5 2 0	2,3 0 7,3 9 1
税引前利益	水 力	4 8,2 9 3	4 4,5 1 0
	火 力	4 8,9 3 7	4 5,1 0 3
	原 子 力	1 4 7,4 2 8	1 3 5,8 7 8
	そ の 他	1 5,3 8 7	1 4,1 8 2
税引後利益	水 力	4,2 2 2	3,8 9 2
	火 力	4,2 7 7	3,9 4 2
	原 子 力	1 2,8 8 6	1 1,8 7 6
	そ の 他	7 2 3	6 6 6

Table 5.5 L-LWR/S-LWRの技術, 経済特性データ

1980年実質価格

項 目	単 位	L-LWR	S-LWR
		定格熱出力	MWt
定格電気出力	MWe	1000	250
設備利用率	%	75	75-80
効 率	%	33.7	33.4
比出力	MWt/ton	30.3	13.88
燃料燃焼度	MWd/ton	30620/42270*	27000
U ²³⁵ 初期装荷	ton	2.3090/2.6780*	1.6188
U ²³⁵ 平衡装荷	ton/year	0.8321/0.8844*	0.2698
U ²³⁵ 濃縮度初期	%	2.337/2.711**	3.0
U ²³⁵ 濃縮度平衡	%	3.095/3.922*	3.0
建設期間	年	6-8	4-6
技術耐用年数	年	30	30
経済耐用年数	年	16	16
建設費	10 ³ ¥/kWe	124.4	124.4-223.9
設備費	10 ³ ¥/kWe	130.6	130.6-235.1
総デコミ費	10 ³ ¥/kWe	60	60-108
生産部門要員数	人	190	48
管理部門要員数	人	30	8
固定費 管理費	10 ³ ¥/kWe	1.5	1.5-2.7
固定費 修繕費	10 ³ ¥/kWe	8.2	8.2-14.8
固定費 その他	10 ³ ¥/kWe	8.9	8.9-16.0
変動費 その他	¥/kWh	0.546	0.546-0.983

(* 1995年前/1995年後)

Table 5.6 発電施設シナリオ（5年毎設備容量表示 単位GWe）

西 歴 年	シナリオA（大型軽水炉シナリオ）			シナリオB（小型軽水炉シナリオ）		
	水 力	火 力	原 子 力	水 力	火 力	原 子 力
1995	6.37	22.23	9.33	6.37	22.23	9.33
2000	7.92	21.60	10.63	7.92	21.60	11.08
2005	9.62	19.26	15.83	9.62	18.72	14.83
2010	11.52	17.58	18.43	11.52	13.75	18.83
2015	12.02	17.79	22.33	12.02	11.85	23.53
2020	12.72	17.39	26.23	12.72	10.35	27.03
2025	12.92	16.81	31.43	12.92	7.65	32.23

寿命は原子力30年，火力20年，水力は期間中の廃棄なし。

水力のサイズは100～500MWeのサイズを考慮

火力のサイズは任意のサイズ

原子力のサイズはシナリオAでは1.3GWe，シナリオBでは増分が1.3GWe以上の時1.3GWe，
1.1GWe以上の時1.1GWe，1.1GWe以下の時0.25GWeを採用。

Table 5.7 施設の原価償却の前提

発 電 施 設	資 産	償 却 期 間	償 却 方 法
水 力	発電施設	60年	定額
	受送配電その他	20	定額
火 力	発電施設	20	定額
	受送配電その他	20	定額
原 子 力	発電施設	30	定額
	受送配電その他	20	定額
	核燃料	3	定額
その他	受送配電その他	20	定額

Table 5.8 (a) 資金調達実績と借入金利の前提

	資金調達実績		名目金利%	実質金利%
	3社平均	比率%		
社 債	1 8 1,0 3 2	1 5.2	6.8	5.3
市 中 銀 行	7 6 4,7 7 9	6 4.1	7.3	5.8
政 府 系	2 4 7,3 1 7	2 0.7	6.2	4.7

Table 5.8 (b) 各種の経済パラメータの前提

項 目	率	項 目	率
短期借入金利	2.0	事業税	1 0.0
配当率	5.0	法人税	4 0.0
利益準備金	1 0.0	為替レート円/\$	2 2 7.9
固定資産税	1.4	売上単価円/k w H	1 9.6 4
保険料	0.7		

Table 5.9 大型軽水炉及びび異った建設費の小型軽水炉シナリオに於ける経営指標の比較

Reactor scenario	Year	Income expenses ratio	Return after tax on			Debt equity ratio	Turn over of	
			sales	share capital	invest		equity	fixed assets
Large LWR scenario	1995	97.8	2.0	4.1	0.4	278.4	120.6	34.3
	2010	97.5	2.0	2.7	0.3	185.0	98.6	28.7
	2025	97.8	1.5	1.6	0.2	107.5	81.0	39.0
	Ave.	97.6	1.7	2.4	0.2	185.5	99.3	31.8
S-LWR Scenario with 1.2 times constr. cost	1995	97.1	2.5	5.2	0.5	260.8	118.0	35.6
	2010	96.0	3.4	4.6	0.5	171.2	96.1	29.6
	2025	94.5	4.5	4.9	0.5	91.5	80.6	41.9
	Ave.	96.2	2.9	4.1	0.4	171.9	97.4	32.8
S-LWR Scenario with 1.5 times constr. cost	1995	97.1	2.5	5.2	0.5	261.3	117.9	35.5
	2010	97.7	1.8	2.4	0.2	178.4	95.9	28.5
	2025	95.5	3.6	3.8	0.4	93.0	79.8	41.0
	Ave.	97.3	1.9	2.6	0.3	175.7	96.8	32.0

Table 5.10 デコミッションニング費用を建設費に含めて減価償却する場合の
大型軽水炉, 小型軽水炉シナリオの経営指標

Reactor scenario	Year	Income expenses ratio	Return after tax on			Debt equity ratio	Turn over of	
			sales	share capital	invest		equity	fixed assets
Large LWR scenario	1995	98.1	1.8	3.5	0.3	282.6	120.0	33.7
	2010	98.9	1.0	1.3	0.1	195.3	100.2	27.8
	2025	99.5	0.6	0.6	0.1	123.6	86.7	37.0
	Ave.	98.7	1.0	1.4	0.1	198.0	102.0	30.8
S-LWR Scenario with 12 times constr. cost	1995	97.4	2.4	4.8	0.5	263.5	117.9	35.3
	2010	97.4	2.4	3.2	0.3	182.7	98.5	28.7
	2025	96.1	3.6	3.8	0.4	103.4	85.0	40.0
	Ave.	97.3	2.2	3.1	0.3	182.4	100.0	32.0

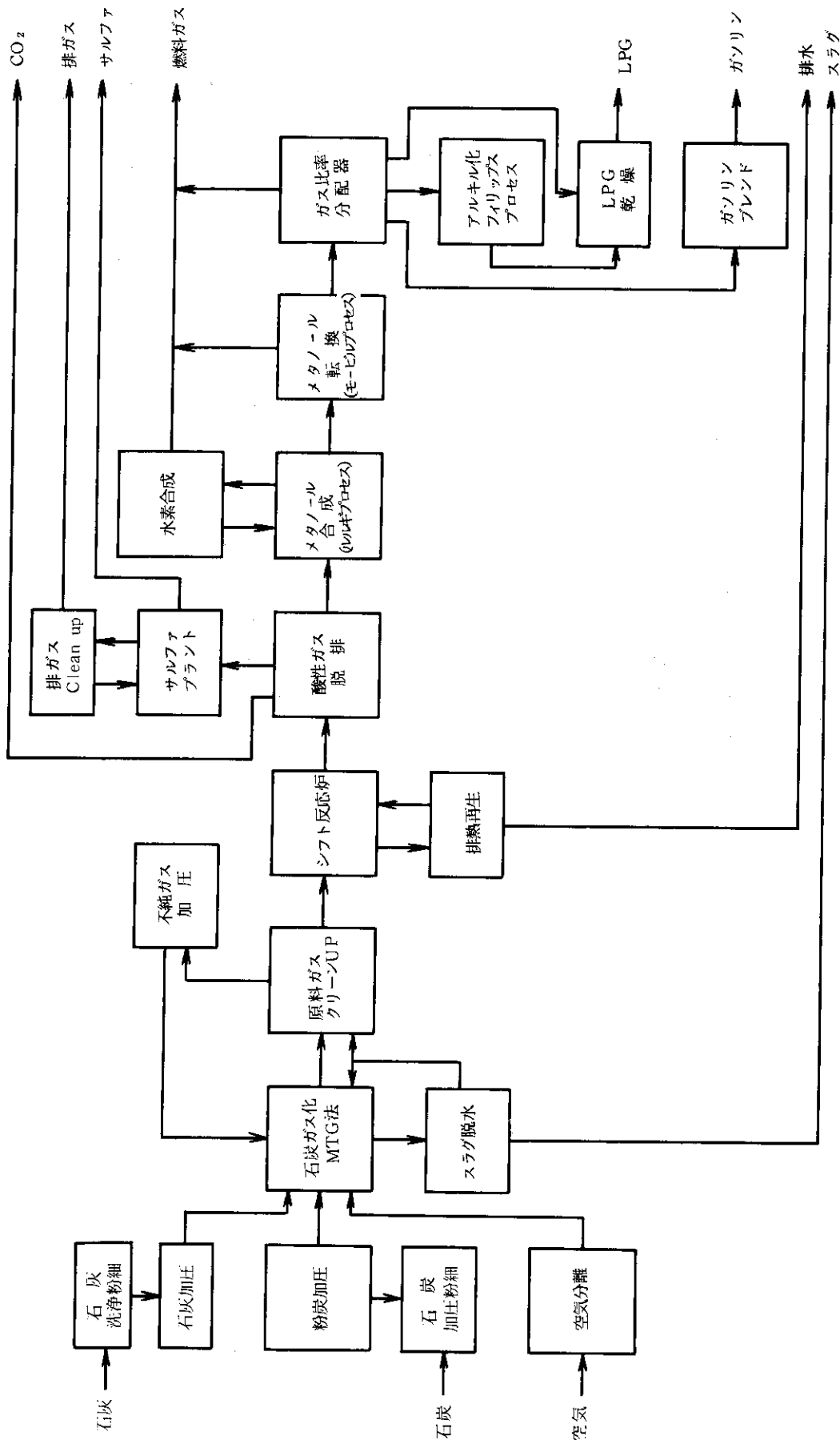


Fig. 5.1 石炭、メタノール製造プラントのフロー構成図（文献(8)から引用）

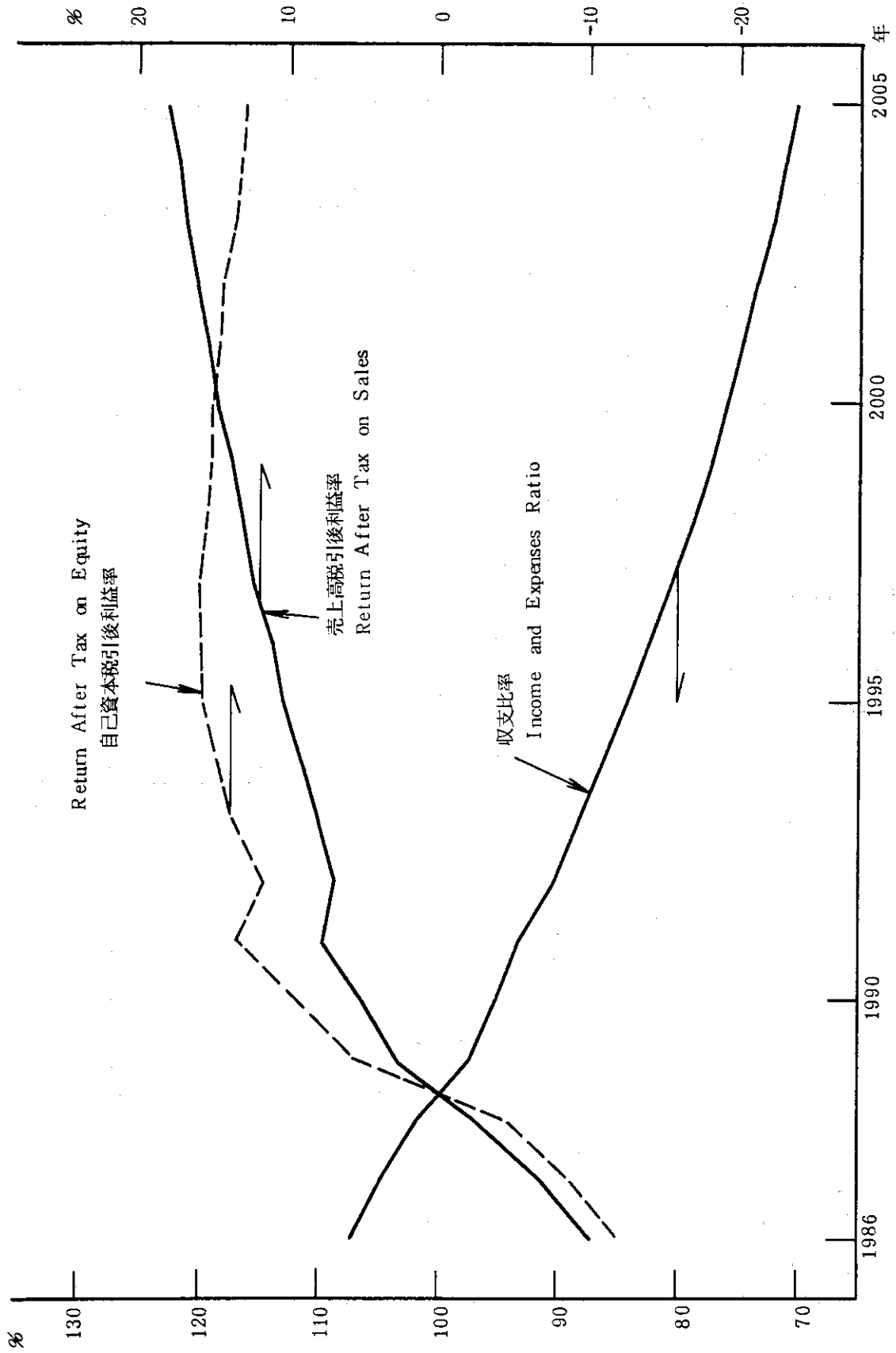


Fig. 5.2 ガソリンプラント経営シミュレーション結果における主要経営指標の推移

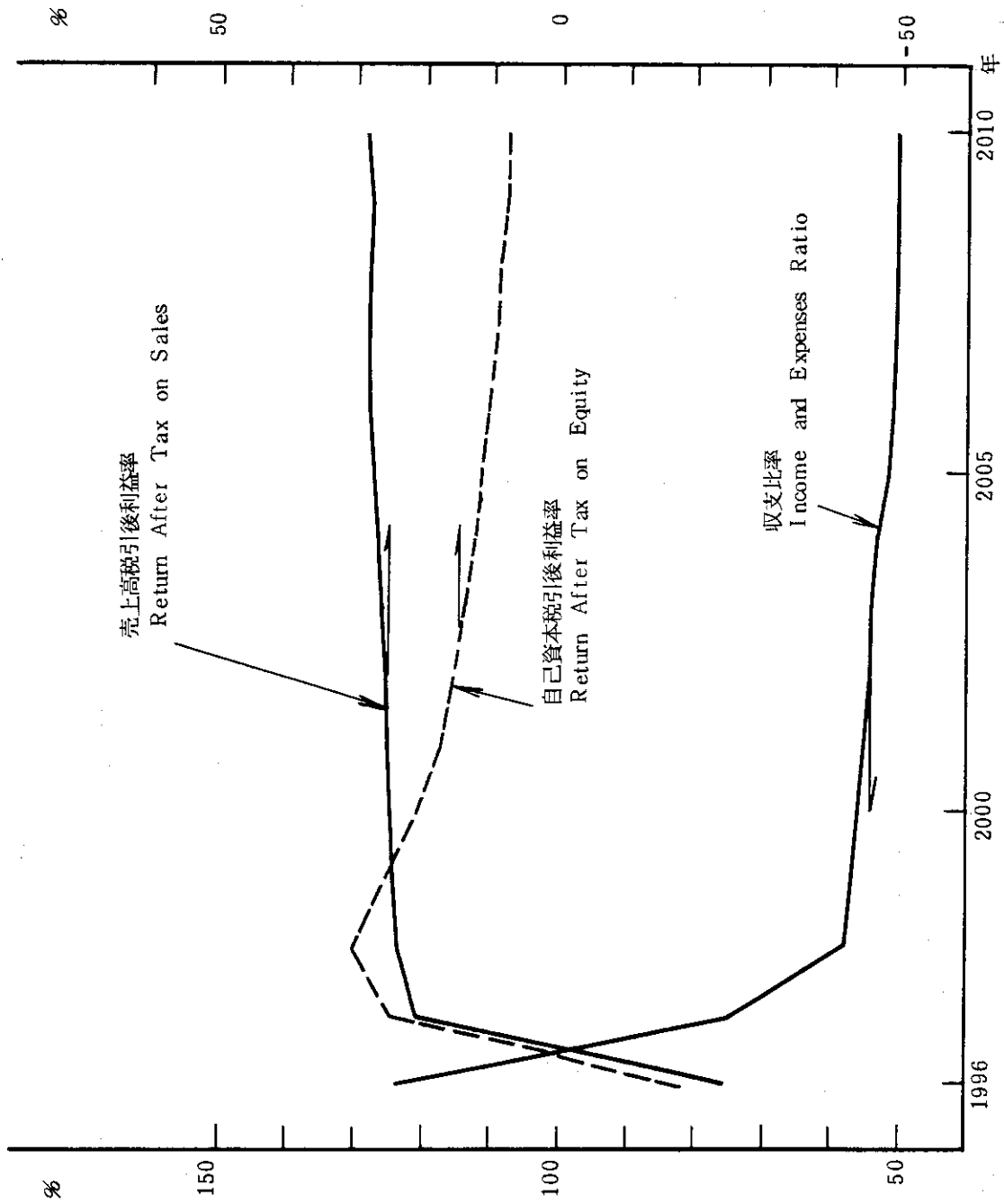


Fig. 5.3 固化施設経営シミュレーション結果における主要経営指標の推移

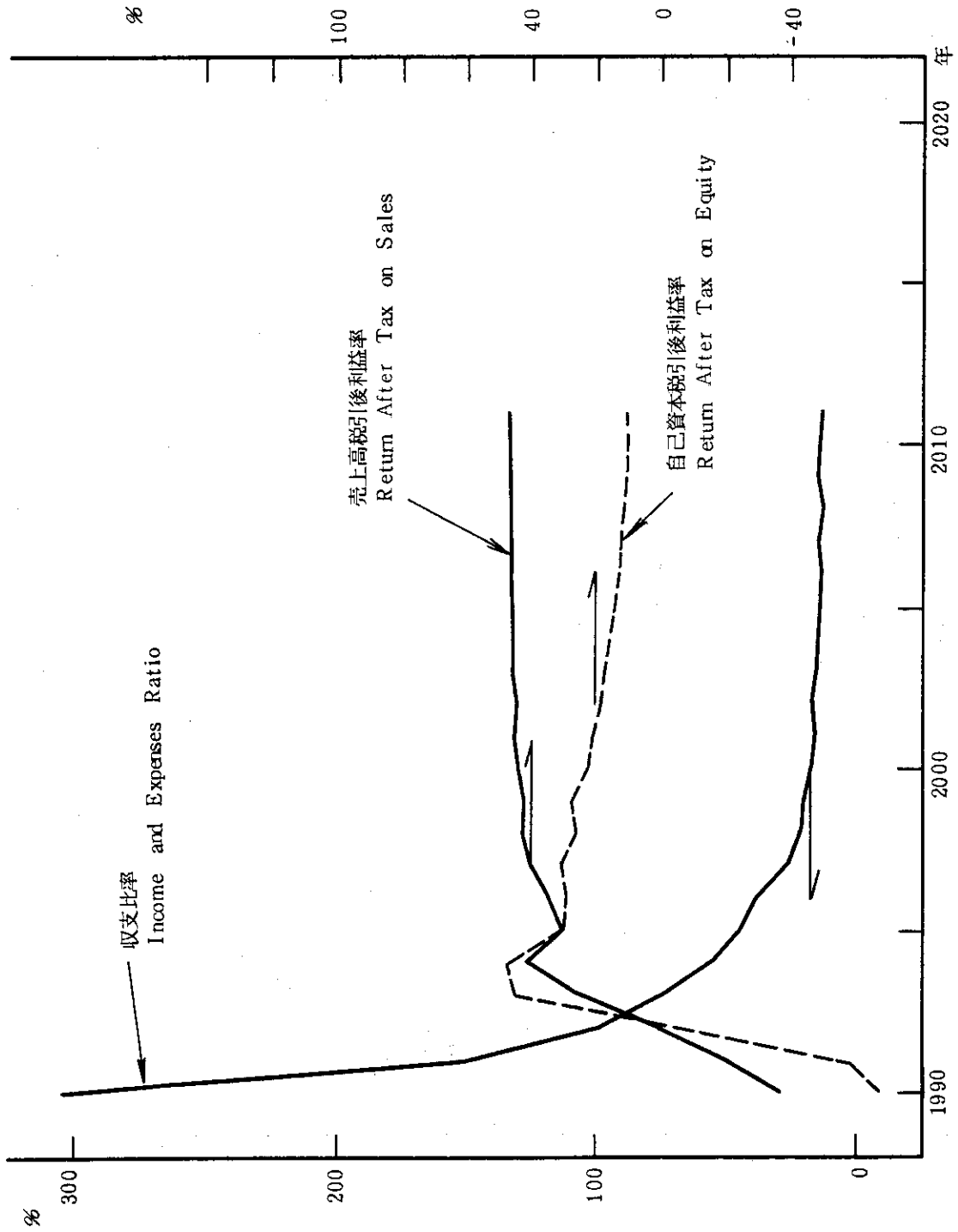


Fig. 5.4 強制空冷施設経営シミュレーション結果における主要経営指標の推移

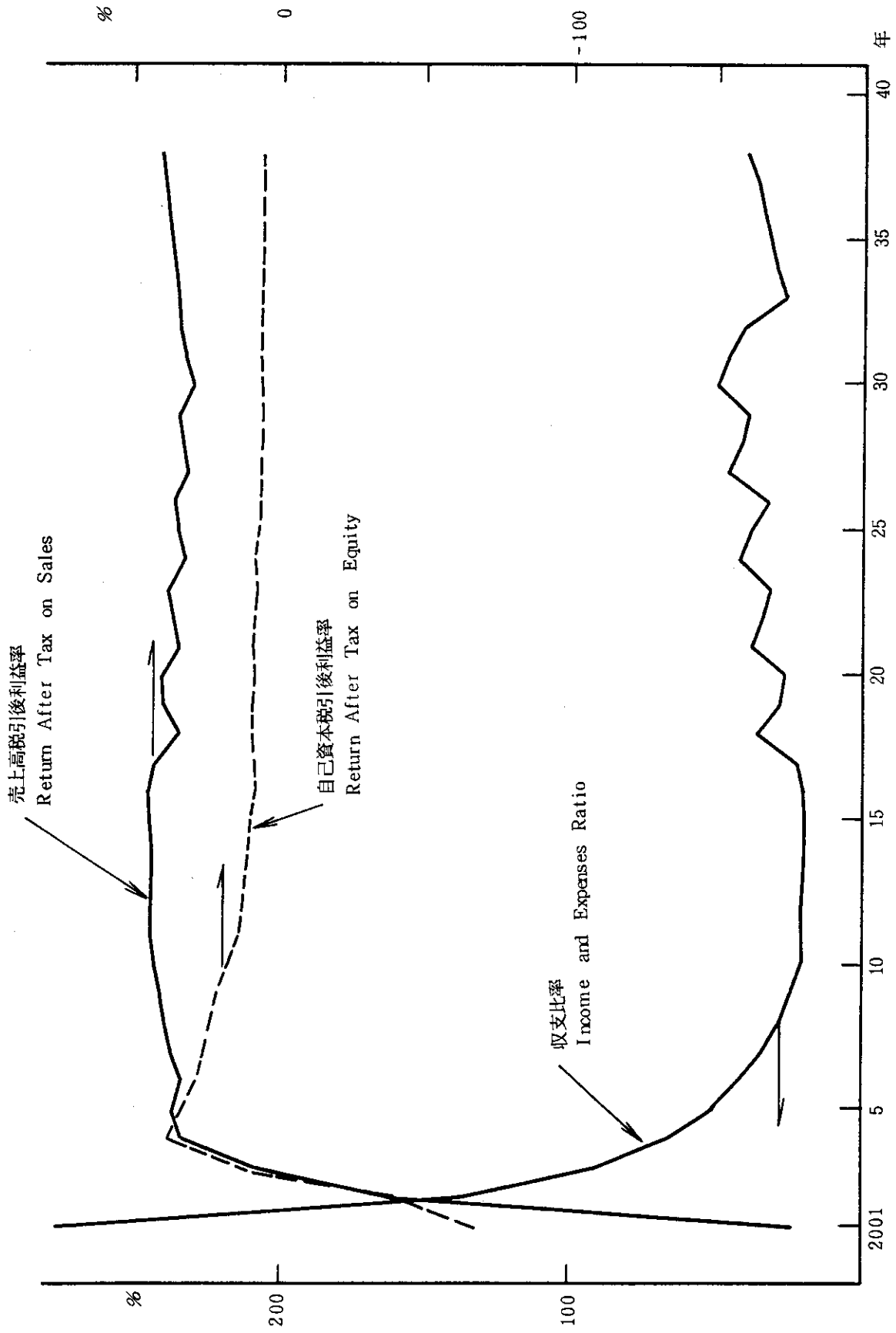


Fig. 5.5 自然空冷施設経営シミュレーション結果における主要経営指標の推移

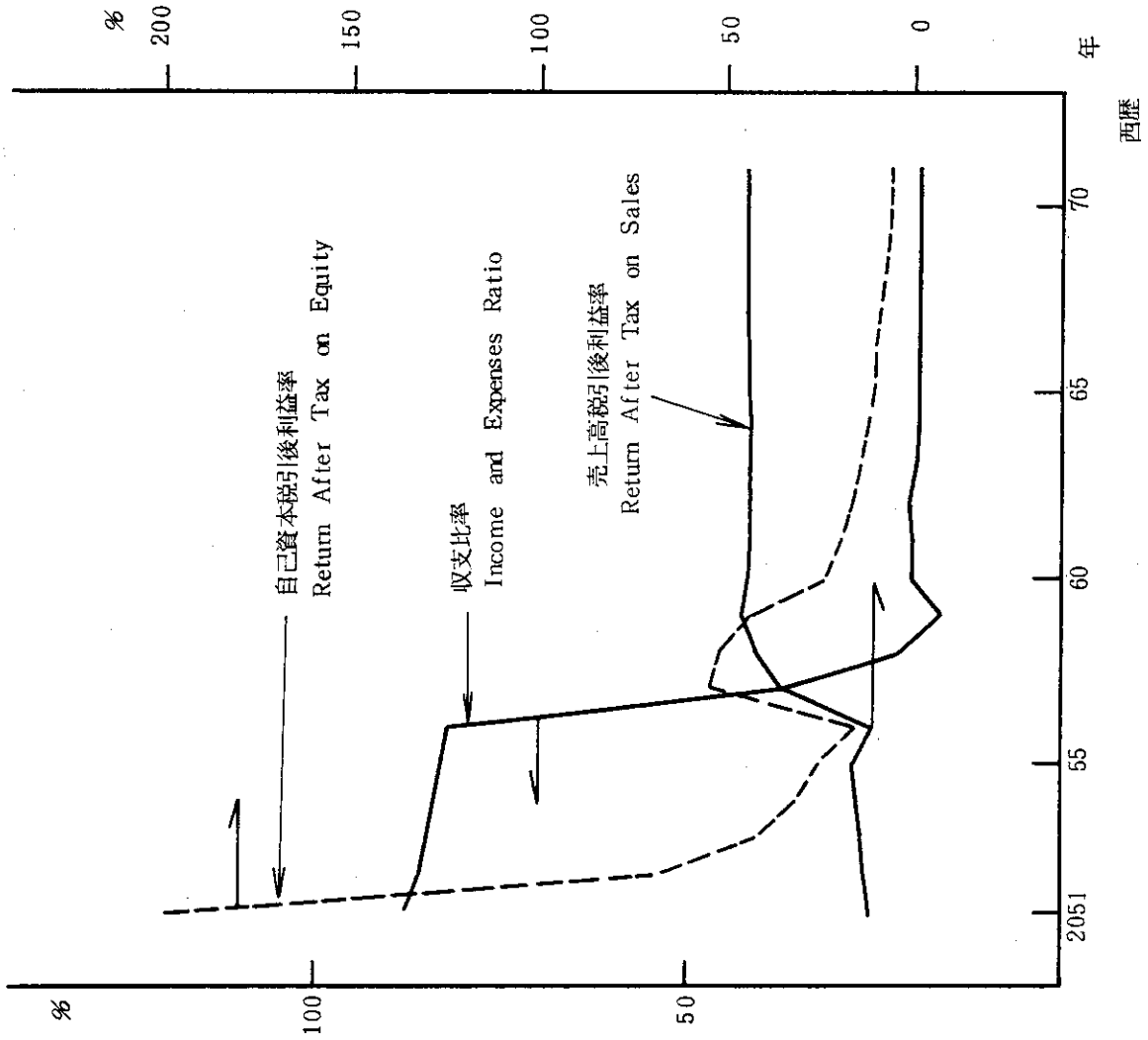


Fig. 5.6 処分施設経営シミュレーション結果における主要経営指標の推移

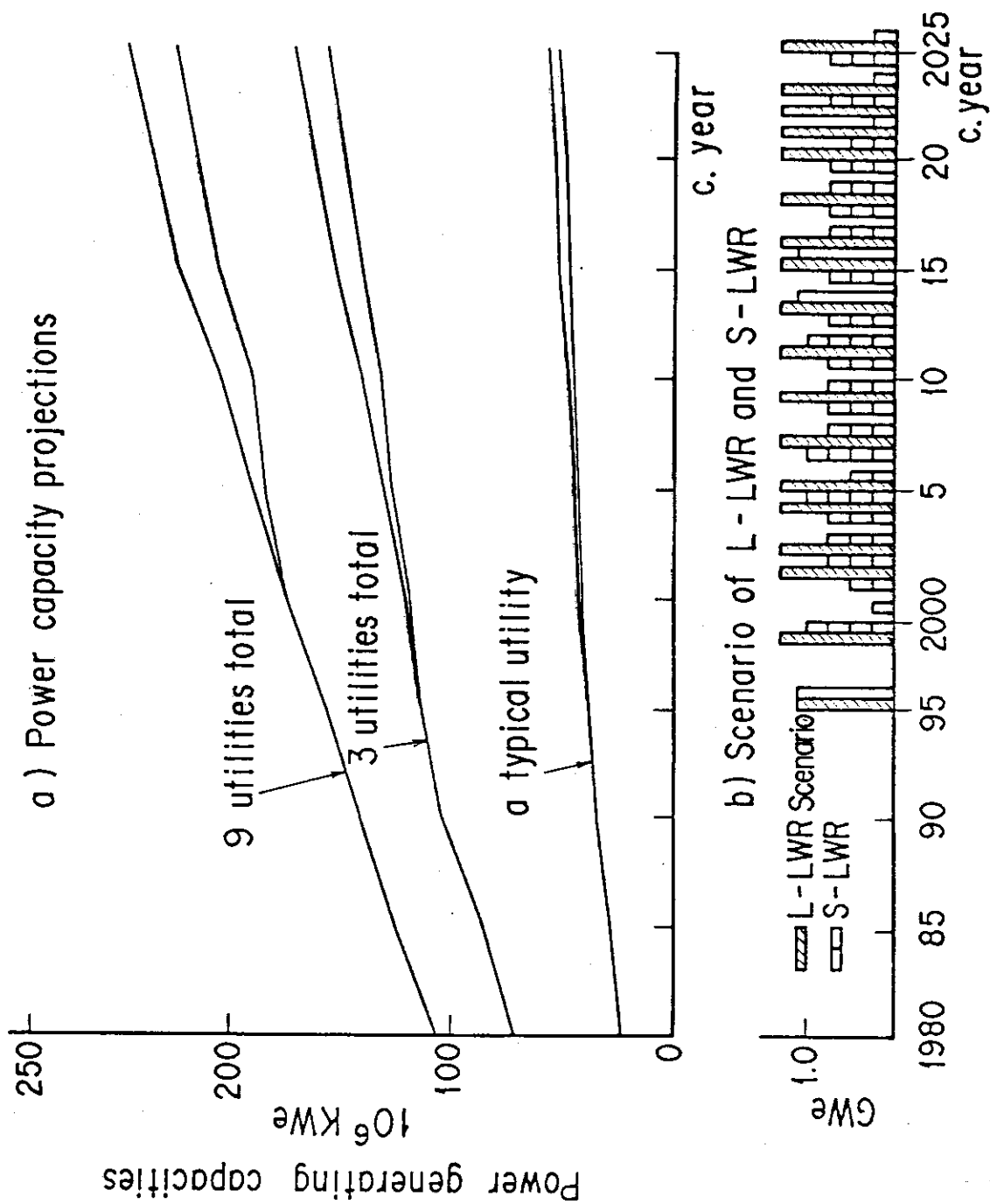


Fig. 5.7 1995~2025に於ける発電シナリオと大型LWR, 小型LWR 2つのシナリオ

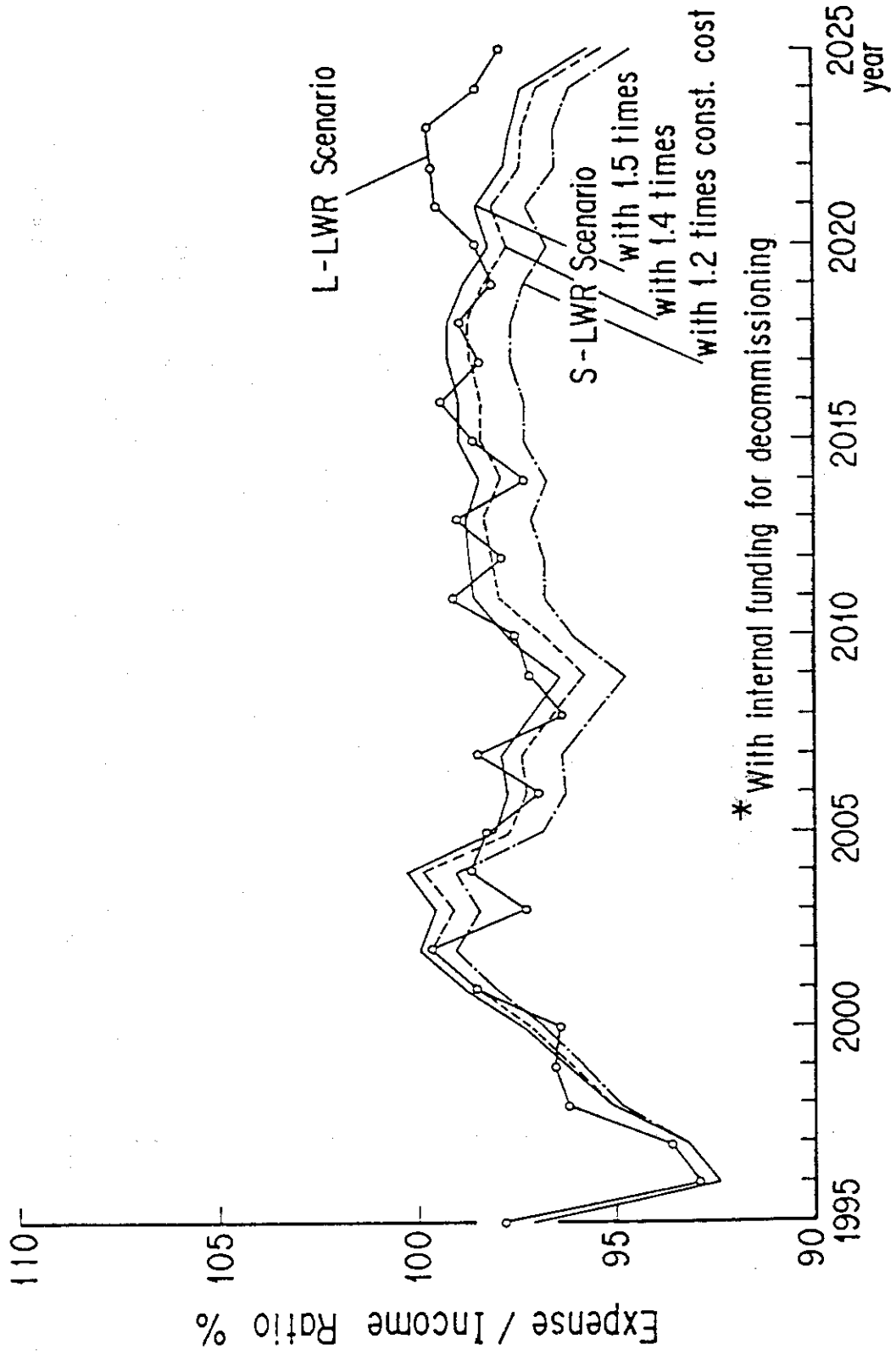


Fig. 5.8 S-LWR, L-LWRシナリオの収支比率

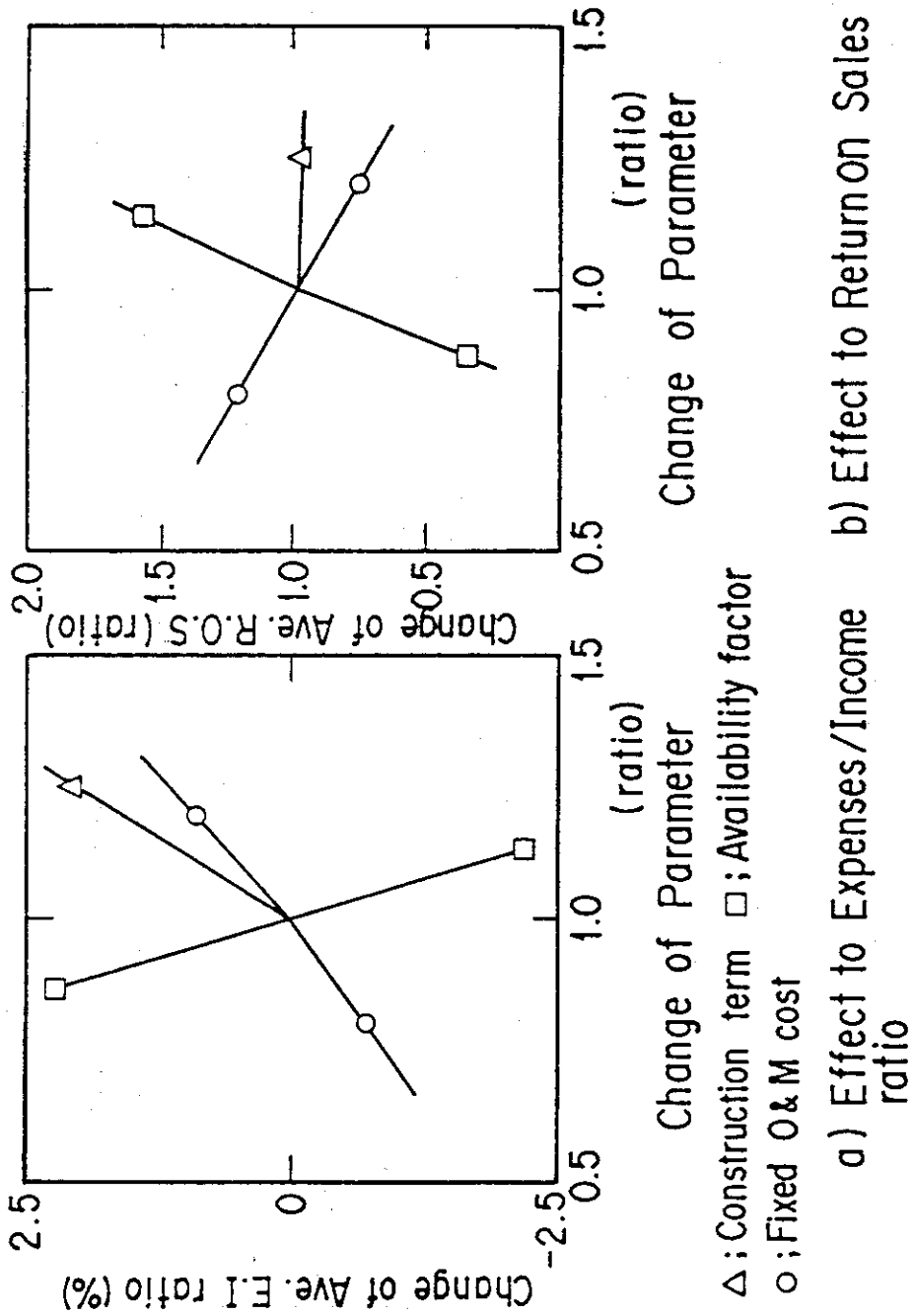


Fig. 5.9 小型LWRの経済パラメーターが経営に対して持つ感度

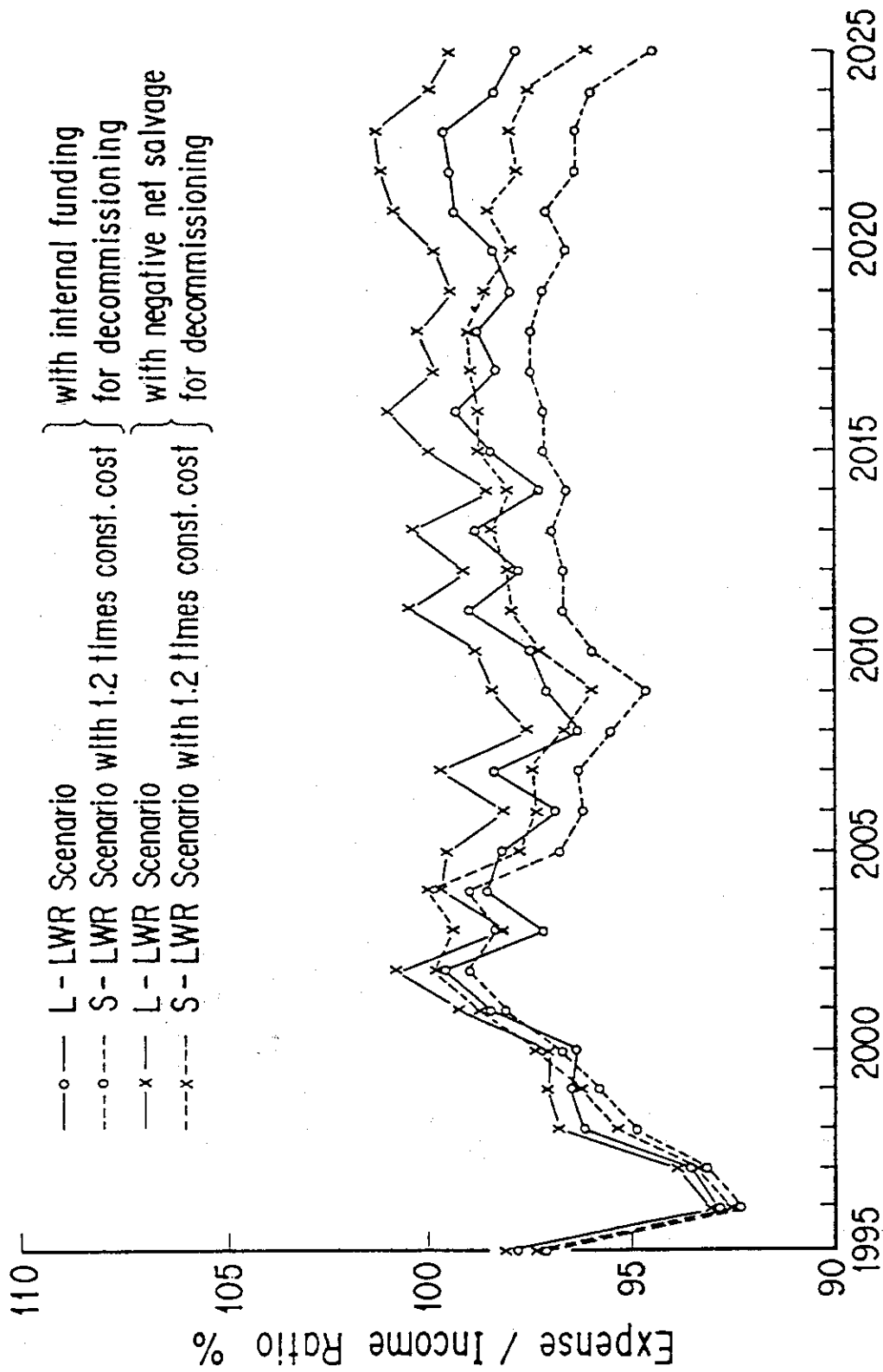


Fig. 5.10 S-LWR, L-LWRシナリオの異ったデコミッションング法における収支比率の比較

6. お わ り に

デコミッション引当金や核燃料サイクル費の扱いなどを考慮した原子力関連施設の経済性評価のための経営分析モデルK法，技術の複合体からなる事業を扱うM法を開発し，モデルの概念，定式化，プログラム構成について説明すると共に，K法，M法それぞれの適用例を示した。石炭・メタノール・ガソリン製造事業や廃棄物処理処分関連事業の適用例では，各種入力データに仮定値を用いたので計算結果の値に意味を持たないが，計算が定式通りに行われる事の確認を得た。電力事業に於ける中小型炉導入分析は，我が国の典型的な電力事業体の財務体質を現状のデータから想定した上で，1996年から2025年までの当事業体の原子力発電所に大型軽水炉を採用した場合の経営状態と小型軽水炉を採用した場合の経営状態を比較検討したものであり，分析結果に少なくとも定性的な結論を導き得ている。

この様に，当モデルは将来に於ける単一又は複数技術の技術特性，経済特性，複合システムの構成に開発余地（すなわち自由度）がある場合に，技術をとりまく周辺の社会，経済条件を設定して，いかなる技術特性，経済特性，システム構成法が経済的に優れているかを比較検討し，この結果を技術の研究開発にフィードバックする目的に適しており，また，耐えうるものであるかを確認する事ができた。

もっとも，我が国の商法や会計学，経理学のルールはきわめて複雑であり，当モデルにおいて十分に定式化できてない点も多く残されている事と思われる。諸者の指適やお叱りをいただければ幸いであり，今後も改良，開発を続けたいと願っている。

参 考 文 献

- (1) OECD/NEA; The Cost of Generating Electricity in Nuclear and Coal Fired Power Stations, Paris, 1983.
 OECD/NEA; The Economics of the Nuclear Fuel Cycle, Paris, 1985等
- (2) 例えば, 環境安全整備センター; 高レベル放射性廃棄物処理, 処分フェージビリティスタ
 ディ報告書, 1982
 日本エネルギー経済研究所; 安定成長軌道における経済活動とエネルギー, エネルギー戦
 略委員会計量専門委員会報告書, IEE-SR103, 付録3, 1978. 等
- (3) OECD/NEA; Decommissioning of Nuclear Facilities: Feasibility,
 Needs and Costs, Paris, 1986
- (4) Milton Shaw; Reactor Fuel Cycle Costs for Nuclear Power Evaluation,
 WASH-1099, ORNL, 1971.
 Royes Salmon; A Procedure and a Computer Code (POWERCO) for
 Calculating the Cost of Electricity Produced by Nuclear Power
 Station, ORNL-3944, 1966
 Royes Solmon; A Revision of Computer Code POWERCO to include
 Breakdown of Power Cost and Fixed Charge Rates, ORNL-4116, 1969.
 Royes Salmon; Two Computer Codes (REFCO AND POW76) for
 Calculating the Fuel Cycle Cost of a Nuclear Power Reactor,
 ORNL-4695, 1971.
 DOE/USA; Nuclear Energy Cost Data Base, DOE/NE-0044, 1982. 等
- (5) 上記文献(1)~(4)の他, 日本原子力産業会議; IAEA原子力発電経験国際会議から, 原子
 力資料144, 1983, 等.
- (6) 萬金修一, 山口和夫, 木村繁, 湯浅忠夫; 原子力発電コスト計算コードの開発と整備,
 JAERI-M to be Published, 1988.
- (7) 日本経済新聞社; 経営分析ハンドブック, 1987.
 矢野宏; 経営原価計算論, 春秋社, 1980.
- (8) Badger Plants Inc. DOE/USA; Conceptual Design of a Coal-to-
 Methanol-to-Gasoline Commercial Plant, Vol1~3, FE-2416-43, 1979.
- (9) 電気事業連合会統計委員会編; 電気事業便覧55年版~62年版, 日本電気協会, 1987.
- (10) 萬金修一; 我が国の長期にわたるマクロ経済およびエネルギーシナリオ, JAERI-M
 86-054, 1986.
- (11) 通商産業省資源エネルギー庁公益事業部編; 電源開発の概要-その計画と基礎資料-55
 年度~62年度, 奥村印刷, 1987.
- (12) Mankin, S, et al.; Economic Perspectives of SMSNRS in the Energy
 Market of Japan, 1st Int. Conf. Seminar on Small and Medium-Sized
 Nuclear Reactors, Lausanne, Aug. 1987.