

経 済 研 究

第 27 卷 第 2 号

April 1976

Vol. 27 No. 2

ソ連の経済計画の改善と数学利用

望 月 喜 市

1 はじめに

経済の発展に伴い、社会的分業が高度化すると、全国民経済的な規模で整合性をもち効率的であるばかりでなく、個々の生産単位に経済的刺激と指標伝達の適時性とを保証するような経済の計画的編成は、高度の技術を必要とするようになる。これに应运、経済-数学的手法、情報の加工と伝達、統計処理、計算技術と電算機などが発達している。しかし、現実の要求の高度化の前には、その対応策は必ずしも十分でない。ここからもう一つの対応策、分権化と市場の利用という道が登場する。60年代の中頃から、ソ連・東欧で一斉に行なわれた一連の経済改革は、立遅れた計画化方法を再建するための試みであり、市場的方法と計画的の方法の2つの座標軸平面上の最適点を求める息の長い模索過程とみることができる。以下でとりあげるのは、数学的方法を用いて計画化方法の改善を計ろうとするソ連での試みに関する考察である。まず最初、計画産業連関表が計画行政に実際に採用されるようになった過程を跡づけ、ついで、現行方法の欠陥を補う先進的な研究を紹介し、最後に計画化改善に対するその意義を考えてみたい。

2. 計画化の改善と産業関連表の導入

ソ連邦の場合、現行の計画化システムの中には、長期(1976~90年)、中期(5ヵ年)、単年度の各期間別計画があるし、経済主体別には、国民経済全体、各産業部門、各共和国、各経済地区、対外経済関係、各企業合同、各企業などの諸計画が存在する。ゴスプラン(国家計画委員会)公認の『国家計画作成要綱』¹⁾(1974年)により、現行の計画作成の大筋を追ってみるとつぎのようになる。

まず長期展望計画は、すべての5ヵ年計画の共通の課題と、各5ヵ年計画の特殊性を反映したものでなければならない。これは計画期間にわたる、党の社会-経済政策の具体的表現であり、1990年に至る現行の長期計画では、(1)共産主義の物質的-技術的基礎の継続的建設、(2)生活水準の引上げ、(3)社会主義的生産関係の一層の改善がその課題である。長期計画の基軸は、科学-技術発展の基本的方向の予測にもとづく、科学-技術発展総合プログラムでなければならない。1976~80年の中期(5ヵ年)計画は長期展望計画における経済発展路線に沿った有機的部分として作成される。5

1) [1] введение стр. 3~8.

ヵ年計画(年度別計画を伴う)をもとにして、年度計画を作成する。計画作成上の主要な留意点として、緊張度の高い計画(напряжённый план)を作成する必要(73年12月党中央委総会)、科学-技術発展計画の作成方法の改善と科学研究成果の生産への導入の促進などが最近では指摘されている。計画の緊張度は、いわゆる「高目標選好問題」であって、設備稼働率、労働生産性、燃・原料、投資の効率的利用などについて、先進ノルマと比較することによって測定する。

国家レベルでの総合計画は、一連のバランス体系によって整合性が計られる。このバランス体系は、総合指標によるバランス表と、それをさらに具体化する一連のバランス表とから構成される。前者に含まれる主要なバランス表としては、社会的生産物の生産・消費・蓄積バランス表、国民所得の生産・分配・再分配・利用バランス表、労働力バランス表、国富の要素別バランス表(固定ファンドバランス、流動ファンドバランス)などの他、各共和国別の国民経済バランス表(生産物と労働力と資金の循環を総合的に特徴づけたもの)がある。後者の中には、社会的生産物の部門連関バランス(いわゆる産業連関表)、投資バランス、生産手段と消費対象のバランス、物的生産部門生産物の生産と利用バランス(いわゆる物財バランス)などが含まれる²⁾。

計画バランスの基本的課題は、可能な経済成長率の決定、社会-経済課題に即応した経済の主要なプロポーシヨンの決定である。以下に概観するように、一連のバランス表は、左右対照形で構成され供給と支出とを表示する。たとえば社会的生産物のバランス表はつぎのような形式をとる。

(1) 社会的生産物の供給

(1.1) 社会的生産物の生産(生産高合計および物的生産部門別)

(1.2) 輸入

(2) 社会的生産物の利用

(2.1) 物的生産費の補填ファンド(合計および物的生産部門別)

(2.2) 消費ファンド

(2.3) 蓄積ファンド

(2.3.1) 固定ファンドの蓄積

(2.3.2) 物的流動手段と製品在庫の蓄積

(2.3.3) 国家予備の増大

(2.4) 輸出

(2.5) 損失

このバランス表の主要任務は、バランスのとれた経済発展を保証する再生産上の主要な釣合(補填ファンドと国民所得、生産と消費、消費と蓄積、生産手段の生産と消費対象の生産など)を確保することである。

国民所得のバランス表はつぎのようになる。

(1) 国民所得の生産

(1.1) 物的生産部門の純生産高

(1.2) 輸出入残

(2) 国民所得の分配と最終利用

(2.1) 第一次所得

(2.1.1) 物的生産部門従業員の第一次所得

(2.1.2) 物的生産部門の企業体の第一次所得

(2.2) 最終所得

(2.2.1) 物的生産部門の企業体の最終所得

(2.2.2) 非生産セクターの最終所得

(2.2.3) 住民の最終所得

(2.3) 国民所得の利用

(2.3.1) 消費ファンド

(2.3.2) 蓄積ファンド

(2.3.3) 予備の増大

このバランス表の課題は、社会全体の所得として新たに生産された価値(いわゆる附加価値)の運動・循環(国家、協同組合-コルホーズ、住民の各セクター)を特徴づけることである。このような総合表で経済の全体像を計画化しながら、他方で数万点をもって数えられる個別物財バランスで、主要な生産物の個々の需給バランスを計画化するというのが、20年代に成立し³⁾、その後改良を加え

2) [1] стр. 602.

3) [2] стр. 32, [18] p. 25.

られてきたソ連の伝統的な計画化方法であった。

しかし、物財バランスの集合による需給バランス調整法は、どこから計算を始めるべきかという悪循環に陥る固有の欠点をもっている。このジレンマから抜け出す20年代の実践的解法は、つぎのようなものであった⁴⁾。

(1) 再生産の主要な環となる財貨の生産から出発し、その波及過程を追跡して非整合箇所をみつけ修正し、再び最初から計算のやりなおしを行う。こうして個々のギャップを次第に小さくしていく(C. Г. ストルミリン—当時のゴスプランの主要メンバー—の方法)

(2) バリエーション漸近法(метод вариантных приближений)—各部門は、経済発展の一般的前提にもとづいて各自の発展計画をつくり、それにもとづく生産高を物材バランスや投資バランスに集約し、その非整合を点検の上生産高の修正を求める。こうして数回の調整によりバランスのとれた状態に収束させる(Г. М. ソロキン—当時の連邦ゴスプラン総幹部長—の方法)。

その後、この収束過程を促進するために、計画期における先導的な投資額を決定することから、作業を開始するように改良された。つまり、まず趨勢延長法(экстраполяционный метод)などで国民所得の伸びを予測し、その一定割合を以て可能投資額を見積り、現存の生産構造とそれを照合することによって投資額を修正をする。投資総額を確定すると、部門別に投資の予備割当を行う。一方部門担当エコノミストは、あらかじめ当該期間の生産増加可能額を推定する。これは既存設備の生産性引上げ、導入確定済設備増加額、予想新投資割当額などからなる。同時に他部門からの予想需要額も見積っておく。部門別投資リミットが通知されると、従来の見積り生産高を修正し、それにもとづく原材料の必要額を他部門に対して要求する。この時点で他部門からも当該部門生産物に対する需要額が伝えられる。需給のくいちがい、適当に調整される。この場合、投資配分の手直しは原則として行わない。このように計画指標の決

定は2つの反対方向の流れにそって行われる。一方では、国民経済部門別の基本的釣合、生産構造、投資構造が経済動学の方法を用いて中央計画機関によって計算される。他方では企業から部門と地域の計画機関を通じて、上部の計画機関に向って、生産物の生産と分配計画、一次生産要素の利用計画が積上げられてくる。この場合、計画諸指標は上部に行くに従って集計の程度が高くなる。前者の流れを総合バランスが受持ち、後者を個別物材バランスと資材-機械供給計画が受持ってきた。しかし、この2つの流れが合流点で相互に過不足なく噛み合う保証はなかったし、その調整過程は、現在までのところ経験的なものであり、厳密に基礎づけられた収束反復過程とはなっていない⁵⁾。

したがって、しばしば計画作成過程で、技術ノルマの根拠のない改訂、予備能力やストックの任意の変更、明らかなアンバランスの許容などが行われ、その結果企業作業の組みかえ、新規建設企業の遊休、計画の中途変更など一連の好ましくない現象が発生する。また計画作成に必要な情報の集約のおくれと困難さが、適時の計画作成を妨げる。

このような否定的現象に関連して一連の対応策が60年代に入ってとられてきた。その主要な手段として産業連関表や計画計算自動システム(Автоматизированная система плановых расчетов-АСПР)⁶⁾の計画作業への導入、物材バランス、資

5) [3] стр. 10.

6) АСПРとは、経済的-数学的方法と計算技術を広く利用した、国民経済計画作成とその遂行過程をコントロールするシステムのことである。АСПРは、科学的に基礎づけられた情報をもとにして、最適解を伴う国民経済計画の多数のバリエーション計算を一定期間に遂行することをその任務とする。その機能を国民経済、産業部門、地域の各レベルで遂行し、連邦ゴスプラン、省や庁、共和国ゴスプラン、地方計画機関の計画化作業を包摂する。АСПРは、各種レベルで作成されるАСУ(自動管理システム)の主要な環である。

АСПРは、相互に関連し合い同時に作用するつぎのサブシステムの総合である。

- (1) 機能サブシステム—計画の作成を行う。
- (2) 保証サブシステム—計画作成に必要な方法、情報、技術、数学、要員を保証する。
- (3) 技術サブシステム—情報の加工と制御問題进行处理する。
- (4) 組織-法律サブシステム—管理モデルと法的関

4) [3] стр. 8.

材-機械供給計画⁷⁾の改良などがあった。

今日では、一連の産業連関表が、国民経済バランス体系の構成部分として組込まれ、実際の計画作業に利用されているが⁸⁾、少なくとも 60 年代の前半までは、研究者の研究対象もしくは、実験的な意味での作成にとどまっていた⁹⁾。

産業連関表が計画作業手段として実際に利用されるようになる過程では、つぎの 3 段階があったといわれている¹⁰⁾。

(1) 第 8 次 5 ヶ年計画(1966~70 年)作成の開始時期。この時期は、連関表の基礎的考え方や利用の可能性の検討、計画の前提条件に対する連関表による点検などによって特徴づけられる。

(2) 第 9 次 5 ヶ年計画、長期展望計画作成の時期。この時期には、連関表が長期・中期・年度の各計画作成に次第に利用されるようになるとともに、計画連関表が、計画作成(とくに 5 ヶ年計画と年度計画)の実際の方式に即応するように改良されて行った。つまり、現物表示と価値表示の計画連関表を結合する、現物-価値連関バランス表を導入することによって、計画作業の主要課題を踏えて、上記三サブシステムを単一組織に結合する。

(5) 発展サブシステム—АСПР の作動効率を点検しシステムを改良する([4] стр. 13~14)。

7) [10] стр. 33~65.

8) [1] стр. 624, [5] стр. 574.

9) ソ連邦での産業連関表の研究は 50 年代の後半から開始された。現在までに作成された主要な産業連関バランスはつぎのとおり。(I)実績産業連関バランス。(отчетный межотраслевой баланс)。これは、1959 年、66 年、72 年を対象にして作成された。これらはいずれも、価格表示によるものと、現物表示によるものとが作成された他、66 年、72 年には、各共和国別の連関表も作られた。72 年表は、中期(5 ヶ年)、長期の計画計算の資料として利用された。この他、労働投入連関バランス(1959 年、66 年)、固定 фонд 連関バランス(1966 年)なども作成されている。(II)計画産業連関バランス(плановый межотраслевой баланс)。これは、1962 年、64~65 年、70 年、75 年を対象として作成された。62 年表は 83 部門(59 年実績バランスの部門数に対応させる)、70 年表は価値表示で 125 部門、現物表示で 587 品目。この表による計画バリエーションは価値表示で 20、現物表示で 15 以上であった。一連の共和国においても、計画産業連関バランスが作成されている([6] стр. 47, [7] стр. 3, [8] стр. 100, 106, [9] стр. 52-54 などをもよ)。

10) [9] стр. 51.

の一つといわれる、価値指標と現物指標との有機的結合を計った。またこの時期は、連関表に必要な資料を集収・加工する要員体制も整備され、作業の中心は従来の部門内の研究機関から、計画機関に移行した。

(3) 計画計算自動システム(АСПР)の形成期。この時期は、国民経済計画に АСПР を利用し、経済-数学モデルを適用する点にその特徴を求めることができる。現在はこの段階の全面的な整備・発展期と考えることができる。

『国家計画作成要綱』(1974 年)によると、産業連関表の計画作業への適用に関して、つぎの 4 つのタイプの計画連関表を挙げている。(1)動態産業連関表、(2)現物-価値連関表、(3)複合部門生産物連関表、(4)部門内生産物連関表。

このうち、(1)、(2)についてその役割を考えよう。

(1)動態産業連関表(укрупненная динамическая модель стоимостного межотраслевого баланса)

これは、通常 30 部門程度のサイズで価値表示によって作成される。

$$X_i^t = \sum_{j=1}^n a_{ij}^t X_j^t + \sum_{j=1}^n b_{ij}^t K_j^t + Y_i^0 + c_i \left(\sum_{i=1}^n Y_i^t - \sum_{i=1}^n Y_i^0 \right) \quad (1)$$

$$K_j^t = \left(\frac{f_j^t z_j^t x_j^t - \phi_j^{t-1}}{g_j} + w_j^t \phi_j^{t-1} \right) \cdot \frac{1 + \phi_j^t}{1 - \alpha_j^t} \quad (2)$$

$$T_j^t = t_j^t z_j^t x_j^t$$

$$\sum_i Y_i^t = \sum_j K_j^t \left(\frac{1}{d^t} - 1 \right)$$

b_{ij}^t — j 部門への投資(K)100 万ルーブル当り i 部門生産物(X_i)投入高。

Y_i — i 部門最終生産高(生産的投資を除く)。

c_i —最終生産物の総増加額中に占める i 部門の割合。

f_j^t — j 部門 фонд 集約度係数。

z_j^t —「純」部門最終需要価格から「経営」部門卸売価格への転換係数。

ϕ_j^{t-1} — $(t-1)$ 年末における j 部門生産固定 фонд 額。

g_j —フォンドの年間増加額に対する平均増加額比率。

w_j^t — t 年 j 部門におけるフォンド減耗係数。

ϕ_j^t —年間稼働開始(完成)フォンド額に対する未完成建設額増加比率。

α_j^t —投資総額中に占める関連投資の割合。

T_j^t — j 部門労働力需要。

t_j^t — j 部門生産高単位当り労働投入係数(労働集約度)。

d^t —最終生産高全体($\sum_i Y_i + \sum_i K_i$)に対する生産的投資の割合。

このモデルの出力情報は、国民所得と最終生産物(国民所得+減耗補填+基本修理+輸出入純残¹¹⁾)の水準と構造、「純」部門、「経営」部門別総生産高、部門別投資、部門別労働必要額などである。

(2)現物-価値連関表(развернутый натурально-стоимостной баланс)

本表は、現物指標と価値指標との整合性を保証する手段として利用され、国民経済レベルでも省のレベルでも作成される。国民経済年度計画に対しては、生産物品目数は本表の場合 800 品目以内、中・長期計画では 300 品目 30「経営」部門以内で作成される。用いられる価格指標は、不変企業卸売価格(工業—67 年 7 月 1 日価格、農業—65 年価格、建設・投資—69 年価格)。このバランス表モデルはつぎの 5 種類のバランス方程式から構成される。

(1)生産・分配バランス方程式(現物表示)

$$X_i = \sum_j a_{ij}^l X_j^l + \sum_l a_{il} X_l + \alpha_i X_i + Y_i$$

(2)部門生産高方程式(価値表示)

$$(1 - \nu_l) X_l = \sum_j X_j \cdot \beta_j^l \cdot v_j^l \cdot p_j^l$$

(3)生産的投資方程式

(4)労働力方程式。(3)、(4)は先の動態モデルと同じ形をしている。

(5)一次所得の形成・分配方程式。この中には、物的生産部門従業員の所得方程式と、企業所得方程式、国家集中純所得方程式が含まれる。これらの方程式は、部門生産高 100 万ルーブル当り当該

所得の平均部門係数を基礎にして作成される。

X_i — i 生産物生産高(現物表示)。

X_l — l 部門商品(総)生産高(価値表示)。

a_{ij}^l — l 部門企業 j 生産物単位当り i 生産物投入係数。

a_{il} — l 部門(生産物に割りかけられない) i 生産物投入係数(いわば部門共通経費係数)。

α_i — i 生産物のその他(投入先別明示の対象にならない)需要比率。

Y_i — i 生産物最終需要額。

β_j^l — j 生産物生産高 l 部門企業の生産する割合。

v_j^l — l 部門企業 j 生産物総生産高のうち、出荷額の割合。

ν_l — l 部門総生産高中、部門内企業の(独立の品目表示のない)その他生産物の割合。

本体系における入力情報は、原料、材料、燃料、電力の直接投入係数、生産物別最終需要を特徴づける諸指標、現物と価値の両表示を結合する一連の指標、投資と労働需要を計算するのに必要な諸指標、資金必要額を特徴づける諸指標などであり、出力情報は、部門別・省別総(商品)生産高(価値表示); 国民経済全体としておよび省別の現物表示による主要生産物生産高; 部門別、省別投資額; 同労働力、同第 1 次所得の大きさと構造などである。

3. 反復集計法による垂直結合

上述した現行の計画化システムは、長期・中期・短期を含む計画化過程全体にわたる指標間の整合性を保証することを、その方法上の課題としている。そして計画を仕上げていく過程は、Л. ドットキンが指摘するように、現在までのところ経験的なものであって、厳密に基礎づけられた収束反復過程とはなっていない。一方では長期的・総合的指標を細分化・具体化する上からの計画化過程と、他方では前年度の実績、過去の趨勢にもとづく生産現場から上ってくる翌年度の生産増加計画、およびそれに見合った資材-機械の供給増加の要請とがぶつかり合い調整される場所は、個別物財バランスと生産物分配計画の分野である。Б. ノビ

11) [1] стр. 633.

チコフによれば、「物財バランスは資材-機械供給計画の基礎」¹²⁾であり、「物材バランスの中に資材の分配と利用に関する国家の経済政策が反映される」¹³⁾のである。産業連関表の解が示す生産高の集合は、生産と原材料の投入とが統一的に捕えられ、両者の間に乖離はない。しかし、生産現場では生産活動とそれに伴う原材料の投入は明確に異った概念であり、両者が正しく見合っていないければ円滑な生産活動、無駄のない資源の利用は保証されえない。上部レベルでの大枠分類による投入・産出指標が整合性をもって決定されうるのにもかかわらず、何故下部レベルでの具体的な無数の生産物間の投入・産出指標は必ずしも整合性をもちえないのか。この問題を解決する一つの方法は、各計画レベルごとに、それぞれの細分度に応じた品目分類で連関表をつくりその解を別個に独立して求めることである。こうすると上部レベルでは大枠分類で品目数が少なく済むから解を求めることが容易であっても、下部にいくにしたがって分類が細くなり品目数が増加して、最新の計算機をもってしても所定の期間内に整合性をもった解を算出することは不可能になる。そこで上部レベルの整合性を足場にして、その整合性をこわさないでその枠内でより細かな分類度の下部レベルの計画化を行う方法が考えられた。これがИ. ヴァフチンスキー(И. Я. Вахутинский), В. ダニロフ-ダニリヤン(В. И. Данилов-данильян), Л. ドットキン(Л. М. Дудкин), Э. エルシヨフ(Э. Б. Ершов), Б. シチュニコフ(Б. А. Щенников)らの手になる反復集計法(метод итеративного агрегирования)である。

以下、ドットキンによりこの方法¹⁴⁾を紹介しよう。記号をつぎのように定める。

$g, q=1, \dots, G$ (細分類品目番号); $i, j=I, II, \dots, J$ (大分類品目番号); $s=1, \dots, S$ (資源, 第一次生産要素番号)。

[未知数]

x_g —細分類 g 財生産高。

12) [8] стр. 7.

13) [8] стр. 9.

14) [11] стр. 128. 以下による。

y_g —細分類消費財需要額。

v —住民の所得総額。

[既知数, 既知関数]

a_{gq} —直接投入係数。

$\tilde{b}_{sq}$ —第一次生産要素投入係数。

$\bar{R}_s$ —第一次生産要素投入制約量(ただし, 基本建設, 基本修理, 非生産セクターの施設, 予備の増大における利用を除く)。

f_g —基本建設と修理, 予備の増大, 純輸出, ストックの増加に向けられる g 生産物の投入(要するに y_g を除く最終需要)。

$y_g(v)$ — g 財に対する需要関数。

p_g — g 財小売価格。

$\sum_g a_{gq} < 1$ を仮定する。各細分類財は, 大分類のいずれか1つの財にのみ含まれると仮定。

$$\{1, 2, \dots, G\} = \bigcup_{i=I}^J M_i \quad M_i \cap M_j = \emptyset \quad (i \neq j)$$

(1) $\sum_g p_g y_g(v) = v$ 所得は小売商品総売上に等しい。(総需要=総供給)。

(2) $y_i(v) = \sum_{g \in M_i} y_g(v)$ i 財に対する需要は, g 財に対する需要の総和。

(3) $p_i(v) = \frac{\sum_{g \in M_i} p_g y_g(v)}{\sum_{g \in M_i} y_g(v)}$ i 財価格の決定。

(4) $\sum_i p_i(v) y_i(v) = v$ 住民の貨幣収支バランスは, i レベル(大枠分類)で作成される。

(5) $f_i = \sum_{g \in M_i} f_g$ 大枠レベルでの最終需要 f の決定。

いま $x_q^{(0)}$ を細目分類での q 財の前期実績生産高もしくは, 第1次計画見積生産高とする。

(6) $a_{gj}^{(1)} = \frac{\sum_{q \in M_j} a_{gq} x_q^{(0)}}{\sum_{q \in M_j} x_q^{(0)}}$ 半集計投入係数の計算。

(7) $a_{ij}^{(1)} = \frac{\sum_{g \in M_i} \sum_{q \in M_j} a_{gq} x_q^{(0)}}{\sum_{q \in M_j} x_q^{(0)}}$ 集計投入係数の計算。

(8) $\tilde{b}_{sj}^{(1)} = \frac{\sum_{q \in M_j} \tilde{b}_{sq} x_q^{(0)}}{\sum_{q \in M_j} x_q^{(0)}}$ 半集計ノルマの計算。

最適物財バランス(оптимальный материальн-

ый баланс, ОМБ)の計算は次の最適問題の解となる。

$$(9) \sum_j a_{ij}^{(1)} x_j + y_i + f_i = x_i$$

$$(10) \bar{R}_s \geq \sum_j \bar{b}_{sj}^{(1)} x_j$$

$$(11) \sum_i p_i(v) y_i(v) = v \text{ をみたす } y_i = y_i(v)$$

$$(12) y_i \geq 0, x_i \geq 0, f_i \geq 0, \bar{R}_s \geq 0$$

(9)~(12)のもとで $\max v$ を求める。

第1ステップの最適解はつぎのようになる。(9), (10)を用いて, $\bar{R}_s$ 制約のもとでの $y_i (y_i \geq 0)$ のとりうる可能領域を求めよう。

$$(13) x_i = \sum_j A_{ij} (y_j + f_j)$$

ただし $A_{ij} \equiv (\delta_{ij} - a_{ij})^{-1}$ δ_{ij} —クロネッカーのデルタ

$$\begin{aligned} \bar{R}_s &\geq \sum_i \bar{b}_{si} x_i = \sum_i \sum_j \bar{b}_{si} A_{ij} (y_j + f_j) \\ &= \sum_j (\sum_i \bar{b}_{si} A_{ij}) (y_j + f_j) \equiv \sum_j b_{sj} (y_j + f_j) \\ &= \sum_j \bar{b}_{sj} y_j + b_s \equiv \sum_i b_{si} y_i + b_s \end{aligned}$$

ただし $b_{si} \equiv \sum_j \bar{b}_{si} A_{ij}$ (b_{si} : 総投入係数)
 $b_s \equiv \sum_j \bar{b}_{sj} f_j$

$$(14) R_s \geq \sum_i b_{si} y_i$$

ただし $R_s \equiv \bar{R}_s - b_s$

こうして, $y_i (\geq 0)$ のとりうる値の範囲がきまるので, その領域内の y_i に対して $\sum_i \bar{p}_i y_i = v^{(15)} \rightarrow \max$ となる y_i と v を求める。(13)式より x_i を求め, $x_i^{(1)}, y_i^{(1)}, v^{(1)}$ を得る。

次に細分類による生産高 $x_g^{(1)}$ を求めよう。 f_g は仮定により所与。 $y_g(v)$ 関数は所与であるから $v^{(1)}$ をこれに代入すれば $y_g^{(1)}$ を求めることができる。半集計投入係数 a_{gj} は(6)式より求める。このとき第1次計画見積生産高 $x_g^{(0)}$ が利用される。

$$(15) x_g^{(1)} = \sum_j a_{gj}^{(1)} x_j^{(1)} + y_g^{(1)} + f_g$$

この場合えられた $x_g^{(1)}$ に関して(16)式が成立していることは明らかである。

$$(16) \sum_{g \in M_i} x_g^{(1)} = x_i^{(1)}$$

$\therefore$ (15)より

$$\begin{aligned} \sum_{g \in M_i} x_g^{(1)} &= \sum_{g \in M_i} (\sum_j a_{gj}^{(1)} x_j^{(1)} + y_g^{(1)} + f_g) \\ &= \sum_{g \in M_i} \sum_j a_{gj}^{(1)} x_j^{(1)} + \sum_{g \in M_i} y_g^{(1)} + \sum_{g \in M_i} f_g \end{aligned}$$

15) ここで $p_i = p_i(v)$ とすると循環論に陥るので, $p_i = \bar{p}_i$ とする。

$$\begin{aligned} &= \sum_j (\sum_{g \in M_i} a_{gj}^{(1)}) x_j^{(1)} + y_i^{(1)} + f_i \\ &= \sum_j a_{ij}^{(1)} x_j^{(1)} + y_i^{(1)} + f_i = x_i^{(1)} \end{aligned}$$

このことは, 細目分類の $x_g^{(1)}$ 財が, 大分類による生産高 $x_i^{(1)}$ に対応しており, その $x_i^{(1)}$ は大分類レベルでの最適基準を満たしていること, しかも(15)式は逆行列を用いることなく $(G \times J)$ オーダの通常の行列計算で処理可能であることを示す。もし普通の連関分析で x_g を求めようとすれば, 同じ条件のもとで $G^2 (G > J)$ オーダーの逆行列を計算しなければならない。この場合にはここでみるような反復計算を必要としないとはいえず, 一般には G^2 オーダーの逆行列計算ははるかに困難であると考えられている。

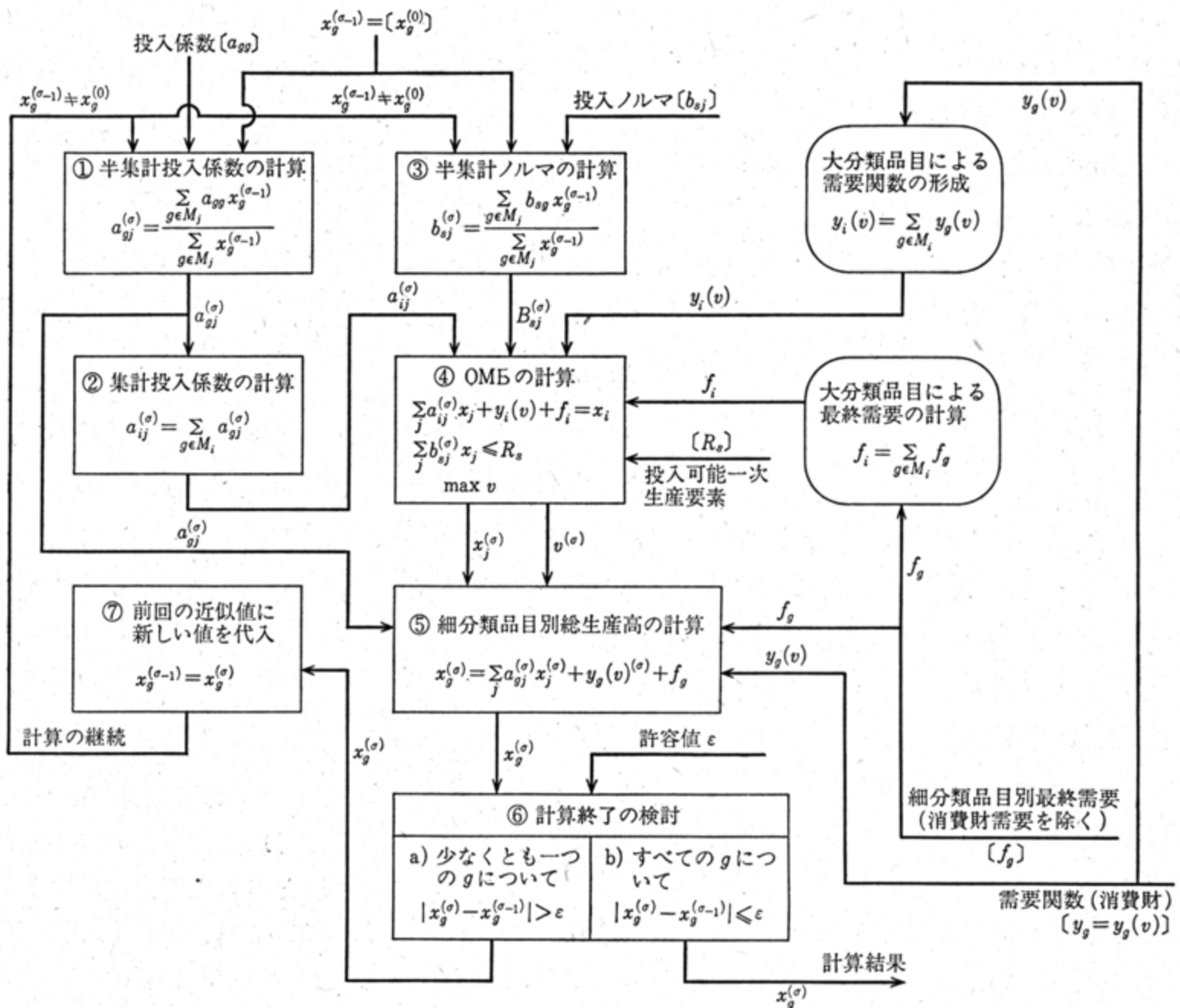
こうして求めた $x_g^{(1)}$ を $x_g^{(0)}$ と比較し, 差の絶対値が一定値(ϵ)をこえるならば $x_g^{(0)}$ に $x_g^{(1)}$ を代入して, 計算を始めからくりかえす。この計算過程は第1図に示すとおりである。

この反復集計法の特徴を考えてみよう。A. マカロフらによると, この種の分解法(методы декомпозиции)として, (1)反復集計法と(2)ブロックプログラミング法とがある¹⁶⁾。後者については, G. Dantzig, P. Wolf, G. W. Brown, J. コルナイ (J. Kornai), T. リプタク (T. Lipták) などが有名であり, 分解法といえは一般にブロックプログラミング法を指すことが多い。前者は, ソ連の学者が独自に開発したものといわれ¹⁷⁾, Л. ドウトキン, З. エルシヨフら(前出)によって研究された。この方法は「大規模サイズの問題の解に利用されるその他の反復過程[の解法]とことなつて, サブシステムの解に当っては, 他ブロックの情報の多くの部分を集計した形で与えることができる。そのために, 第1にシステム全体を流れる情報量を減少させることができ, 第2に集計度の異なる指標をもつモデルを互いに結合させることができる」([13] стр. 5)。つまり, この方法は原問題と

16) Л. ドウトキンはこの他近似法(аппроксимационные методы)をあげる。これは В. Бугачёв (В. Ф. Пугачев), Г. Марчинов (Г. В. Мартынов), В. Медоньский (В. Г. Медницкий), А. Бичерин (А. К. Пителин) などによって研究された([11] стр. 31)。

17) [13] стр. 5。

第1図 反復集計法による最適生産物連関バランス(OMB)問題(静態)解のフローチャート



出所: Л. Дудкин, [11], стр. 134. 注: [] は外生与件を示す。

比較して制約定数の数を減少させうるだけでなく、基礎変数の数の縮小をも可能ならしめるのに対し、ブロック計画化法は上部レベルのモデルの制約数を減少させうるのみである。その上収束速度において、反復集計法の方がすぐれている。しかしこの方法はその反面、数学的基礎づけがまだ十分でなく、実際の経済問題への適用の経験を欠いているといわれている。この方法は垂直的分業関係に適用され、ブロック計画化法は水平的分業に適用される。

4. 国民経済多段階総合計画モデル

Л. ドットキンモデルを一層拡張した、多段階総合計画モデルの試みを M. ザベリスキーが提示している¹⁸⁾。彼の体系は第2図で与えられる。こ

18) [14] стр. 295 以下。

の場合は連邦 Gosplan—省—企業という3つの計画レベルからなっている。国民経済レベルでの最適化基準は、最終需要を充足するという条件のもとでの費用最小化であり、部門レベルでは、所定の出荷額を充足する条件のもとでの費用最小化、企業レベルでは、所定の価格のもとでの利潤極大が最適化基準として採用されている。このモデル体系の特徴は、各計画レベルでそれぞれが最適化基準をみたすと同時に、各レベル間で相互の最適化基準を同時にみたす解をもとめての垂直的模索過程が存在することである。以下では、Gosplanと省との間の計画化過程をとりあげる。

モデル(I)—最終生産物の最適部門構造 $Y = (Y_1 \cdots Y_s \cdots Y_g)$ の決定 (Y_s は価値表示)

$$\sum_s h_{\mu s} Y_s \geq \phi_\mu \quad (\mu = 1, \dots, M; \text{大枠分類での最終財の種類})$$

$$Y \geq_s 0 \quad (S=1 \cdots g; \text{部門の数 } g)$$

$$L(Y) = \sum_s p_s Y_s \rightarrow \min$$

$h_{\mu s} - Y_s$ 1 単位当り μ 財生産高

$p_s - Y_s$ 1 単位当り国民経済費

モデル(II)—部門内最終生産物最適構造 $y^s =$

$(y_1^s \cdots y_i^s \cdots y_n^s)$ の決定 (y^s は現物表示)

$$\sum_i h_{\mu i} y_i^s \geq \varphi_{\mu}^s, \quad (\mu=1, \cdots M)$$

$$y_i^s \geq 0 \quad (i=1, \cdots n; s \text{ 部門内生産物の種類})$$

$$L(y^s) = \sum_{i \in s} p_i^s y_i^s \rightarrow \min$$

$h_{\mu i}^s - y_i^s$ 1 単位当り μ 財生産高

$p_i^s - y_i^s$ 1 単位当り費用

モデル(III)—総生産物の最適部門構造 $X = (X_1 \cdots X_s \cdots X_g)$ の決定 (X_s は価値表示)

$$X_s - \sum_{\eta} a_{s\eta} X_{\eta} = Y_s, \quad (s=1, \cdots g)$$

モデル(IV)—部門内総生産物の最適生産構造 $x^s = (x_1^s, \cdots x_i^s, \cdots x_n^s)$ の決定。 (x_i^s は現物表示)

$$x_i^s = \sum_{\eta} a_{i\eta} x_{\eta} + y_i^s \quad i \in s$$

以上が、連邦 Gosplan と省とを結びつける計画体系であるが、この4つのモデルの間には、次の6つの相互の結合関係があり、これがみたされるように X, Y が調整されねばならない。第2図の結合矢印の数字に従って説明する。

(1)の結合—(I)で決定された Y_s が(III)で利用される。これを (I) $Y_s \rightarrow$ (III) Y_s と表現しよう。

(2)の結合—(I) $h_{\mu s} Y_s \rightarrow$ (III) φ_{μ}^s

(3)の結合—(II) $\frac{\sum_{i \in s} h_{\mu i} y_i^s}{\sum_{i \in s} c_i y_i^s} \rightarrow$ (I) $h_{\mu s}$

ただし c_i は i 財の価格

(4)の結合—(IV) $\frac{\sum_{i \in s} c_i \sum_{\pi \in \eta} \alpha_{i\pi} x_{\pi}^{\eta}}{\sum_{\pi \in \eta} c_{\pi} x_{\pi}^{\eta}} \rightarrow$ (III) $a_{s\eta}$

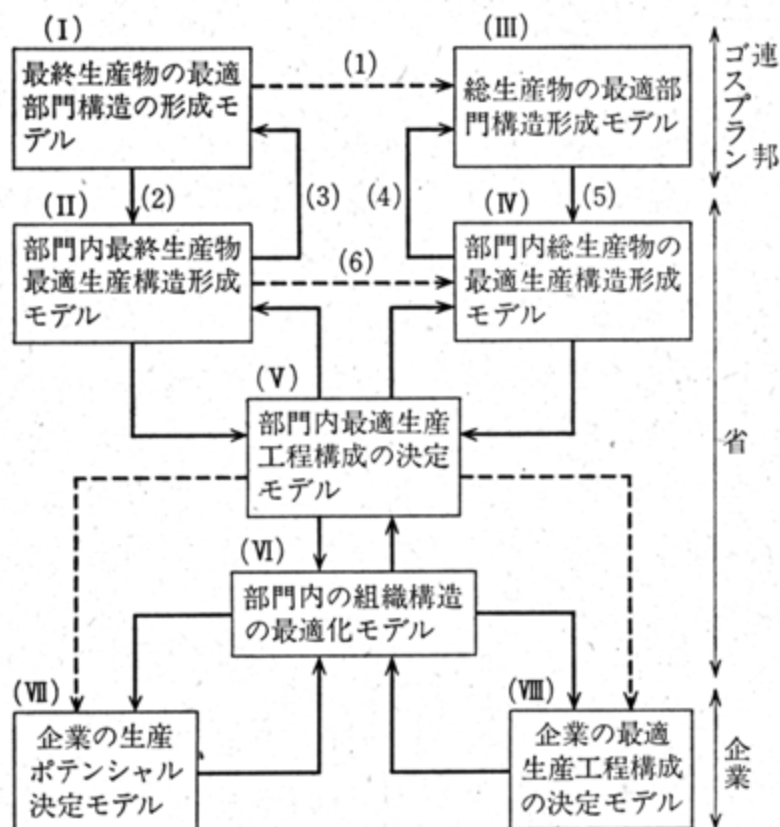
ただし x_{π}^{η} は η 部門の生産する π 生産高, $\alpha_{i\pi}$ は x_{π}^{η} 1 単位当りに投入される i 財の大きさ。 c_i は i 財の価格。

(5)の結合—(III) $X_s \rightarrow$ (IV) X_s (or X_{η})

(6)の結合—(II) $y_i^s \rightarrow$ (IV) y_i^s

つぎに部門内の計画化、企業との結合を考えよう。前段でモデル(IV)を用いて、 s 部門に対して現物表示の n 個の生産高 $(x_1^s \cdots x_i^s \cdots x_n^s)$ が Gosplan

第2図 多段階総合計画モデル



出所: Завельский, М. Г., Оптимизация отраслевого планирования, Москва, 1967. стр. 337.

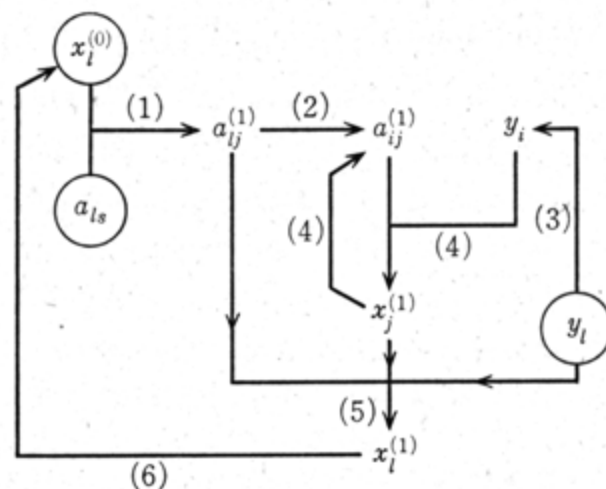
ランと省との間で決定された。部門内計画では、品目分類を一層細分化する (N 品目から M 品目へ; この $N < M$) 作業から開始される。ここに Л. ドットキンの反復集計法が利用される。

いま l, s を細分類, i, j を大分類とし、この反復集計法をできるだけ単純な流れ図に表わすと下図のようになる。関係式は以下のとおり¹⁹⁾。

$$(1) \quad a_{lj}^{(1)} = \frac{\sum_{s \in j} a_{ls} x_s^{(0)}}{\sum_{s \in j} x_s^{(0)}}$$

$$(2) \quad a_{ij}^{(1)} = \sum_{l \in i} a_{lj}^{(1)}$$

第3図



注: ○は外生与件

19) [14] стр. 311.

$$\begin{aligned}
 (3) \quad & y_i = \sum_{l \in i} y_l \\
 (4) \quad & x_i^{(1)} = \sum a_{ij}^{(1)} x_j^{(1)} + y_i \quad i=1 \cdots N \\
 (5) \quad & x_l^{(1)} = \sum a_{lj}^{(1)} x_j^{(1)} + y_l \quad l=1 \cdots M \\
 (6) \quad & x_i^{(0)} = x_i^{(1)}
 \end{aligned}$$

こうしてつぎに部門内最適生産工程構成モデル(V)では、技術工程別稼働度が、部門内の組織構造モデル(III)では、企業別の出荷額割当が定められるが、一方それは企業の生産ポテンシャル決定モデル(VII)と企業の最適生産工程構成モデル(VIII)の解と突き合わされ、双方の最適基準をみたすまで、模索過程が続くのであるが、紙幅の関係でその紹介は割愛する。

5. 結 語

計画化方法改善の方向は、^{アスブル}АСПРに表象されるように、全国民経済の各環を階層的に有機的単一体として結合することである。この考え方は、全生産活動を一体として消費過程に対置させるもので、投入は第一次的生産要素であり、産出は最終生産物である。中間財の流通は組織体内の管理された生産過程であり、「卸売商業」も「直接的結合」もこの視点からその規模と程度が組織される。この方向は23回、24回党大会を通じて次第に明瞭になってきており、多少の曲折、失敗があっても近い将来変更される様子はない²⁰⁾。たとえば、Н. フェドレンコ(Н. П. Федоренко)は、現段階での国民経済計画改善の基礎的課題としてつぎの5つをあげている²¹⁾。(1)計画化目的のより完全な実現を保証するプログラムの作成、(2)長・中・短期計画の相互連関と継承性の強化、(3)産業部門と地域の総合的結合、(4)生産計画と経済的刺激の有機的結合、(5)経済-数学モデル、電算機、組織科学、情報伝達手段を広汎かつ総合的に適用した新しい科学-技術の基礎に向って計画化のすべ

てのシステムを次第に移行させていくこと。問題を反復集計法に限って考えてみよう。このモデルが有効に作動するためには、まず第一に品目分類の階層性が正しく組織される必要がある。つまり計画の上部レベルの取扱う大枠品目の中に計画末端における数千万点以上にわたる品目がすべて集計され縮約されて含まれることが必要である。В. Пугачев(В. Пугачев)によれば、「財の第一次細分類品目は数千万点に達するがこれは企業レベルの生産計画でのみ必要であり、部門計画ではこれは1/1000に縮小する。年度国民経済計画ではさらに総合した品目分類が用いられ、最後に長期総合計画では、数百の総合指標の範囲でつくられる²²⁾」という。ところが、現在部門連関計算と物財バランスで採用している生産物の範囲が両方でことなっているといわれており、これは制度上の問題点の一つである。つぎに、反復集計法がうまく作動するためには、財の細分類レベルで住民の消費需要が正しく推計されねばならない。これは相当に大きな作業量になる。第3に生産技術の変化に投入係数が敏感に反応しなければならない。しかもこれも財の細分類レベルで行なう必要がある。こう考えてくると、反復集計法が実際に有効性を発揮するためには生産現場と消費販売の最前線のところの生産や販売情報を正しく生かすことが不可欠の条件であるように思われる。

(小樽商科大学商学部)

〔数学注〕

生産物 $x_i (i=1, \dots, n)$ を1生産物 X に集計する特殊な場合についての、収束性の証明²³⁾。

$$(1) \quad x = Ax + B$$

$$(2) \quad \begin{cases} A = \{a_{ij}\}, & 0 \leq a_{ij} \leq 1, \alpha_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \leq 1 \\ B = \begin{pmatrix} b_1 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix} \geq 0, & i, j = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

いま(1)の解が求まったと仮定してそれを $x = (x_1, \dots, x_n)$ とすると、次式が成立つ。

$$(3) \quad X = aX + b$$

20) 「第24回党大会における報告や討議においては、コンピュータの使用による『自動的管理システム』(ACY)の開発が、かつてないほど重視されているが、その反面、企業の自主性の拡大によって中央集権のゆきすぎを是正するとか、市場メカニズムを計画化のわく内で活用するとかいう構想は以前よりはるかに後退したように思われる」([19] p. 49)。

21) [16] を参照。

22) [17] стр. 24.

23) [15] を参照。

$$\text{ただし } X = \sum_{i=1}^n x_i, \quad a = \sum_{i=1}^n \alpha_i p_i, \quad p_i = x_i/X,$$

$$b = \sum_{i=1}^n b_i.$$

逆にもし(3)式の解 X が与えられるならば,

$$(4) \quad x_i = \left(\sum_j a_{ij} p_j \right) X + b_i$$

は明らかに(1)の解 $(x_1 \cdots x_n)$ を与える。

いま第0次解 $x^{(0)} = (x_1^{(0)} \cdots x_n^{(0)})$ を仮定し,

$$X^{(0)} \equiv \sum_{i=1}^n x_i^{(0)}, \quad p_i^{(0)} \equiv x_i^{(0)} / X^{(0)}$$

を定義しよう。

$$(5) \quad X^{(1)} = (\alpha_1 p_1^{(0)} + \cdots + \alpha_n p_n^{(0)}) X^{(1)} + b, \text{ or } \\ X^{(1)} = a^{(0)} X^{(1)} + b$$

一般に第 $N+1$ ステップの X^{N+1} および x^{N+1} は,

$$(6) \quad X^{(N+1)} = \left(\sum_{j=1}^n \alpha_j p_j^{(N)} \right) X^{(N+1)} + b$$

$$(7) \quad x_i^{(N+1)} = \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} p_j^{(N)} \right) X^{(N+1)} + b_i; \\ p_j^{(N)} = x_j^{(N)} / X^{(N)}$$

(6), (7) より

$$(8) \quad p_i^{(N+1)} = x_i^{(N+1)} / X^{(N+1)}$$

$$= \sum_{j=1}^n a_{ij} p_j^{(N)} + \gamma_i \sum_{j=1}^n \beta_j p_j^{(N)}$$

$$= \sum_{j=1}^n (a_{ij} + \gamma_i \beta_j) p_j^{(N)}$$

$$\text{ただし } \gamma_i = b_i/b, \quad \beta_j = 1 - \alpha_j$$

$$\therefore \sum_{j=1}^n a_{ij} p_j^{(N)} + \gamma_i \sum_{j=1}^n \beta_j p_j^{(N)}$$

$$= \frac{1}{X^{(N+1)}} \left\{ \left(\sum_j a_{ij} p_j^{(N)} \right) X^{(N+1)} \right.$$

$$+ \frac{b_i}{b} (p_1^{(N)} + \cdots + p_n^{(N)}) X^{(N+1)}$$

$$\left. - \frac{b_i}{b} \left(\sum_j \alpha_j p_j^{(N)} \right) X^{(N+1)} \right\}$$

$$= \frac{1}{X^{(N+1)}} \left\{ x_i^{(N+1)} - b_i + \frac{b_i}{b} X^{(N+1)} \right.$$

$$\left. - \frac{b_i}{b} (X^{(N+1)} - b) \right\}$$

$$= \frac{x_i^{(N+1)}}{X^{(N+1)}} = p_i^{(N+1)}$$

マトリックス $S = \{s_{ij}\}$, $s_{ij} = a_{ij} + \gamma_i \beta_j$ ($i, j = 1, 2, \dots, n$) とおくと(8)式は

$$(9) \quad p^{(N+1)} = S p^{(N)} = S^{N+1} p^{(0)}$$

この S はつぎの性質をもつ。

$$(i) \quad S_{ij} \geq 0$$

$$(ii) \quad \sum_i s_{ij} = \sum_i (a_{ij} + \gamma_i \beta_j) \\ = (a_{1j} + \gamma_1 \beta_j) + (a_{2j} + \gamma_2 \beta_j) + \cdots \\ = (a_{1j} + a_{2j} + \cdots + a_{nj}) \\ + (\gamma_1 + \gamma_2 + \cdots + \gamma_n) \beta_j \\ = (a_{1j} + \cdots + a_{nj}) + \beta_j \\ = 1$$

したがって, S^T は単純マルコフ過程の推移行列である。つきに行列 S は分解不能と仮定しよう。そのためには行列 A が分解不能であれば十分である。さて行列 S は分解不能な推移行列であるから, つぎの性質をもつ²⁴⁾。

$$(i) \quad \lim_{N \rightarrow \infty} S^N = T$$

$$(ii) \quad T \text{ は等しい確率ベクトル } t (t > 0, \sum_i t_i = 1) \text{ を列とする推移行列である。}$$

$$(iii) \quad \text{任意のベクトル } p (p_i > 0, \sum_i p_i = 1) \text{ に対して,}$$

$$\lim_{N \rightarrow \infty} S^N p = t \text{ および } t = S t$$

(t は S の不動確率ベクトルである)

したがって, (9)式において $N \rightarrow \infty$ とすると,

$$\lim_{N \rightarrow \infty} p^{(N+1)} = \lim_{N \rightarrow \infty} (S^{N+1} p^{(0)}) = t$$

$$(6) \text{式より } X^{N+1} = \frac{b}{\sum_j \beta_j p_j^{(N)}} \rightarrow X$$

$$(7) \text{式より } x_i^{(N+1)} \rightarrow x_i$$

参 考 文 献

[1] Госплан СССР, Методические указания к разработке государственных планов развития народного хозяйства СССР, Москва, 1974.

[2] Коссов, В. В., Роль межотраслевых моделей в совершенствовании народнохозяйственного планирования,—в кн. Межотраслевые исследования (Сборник статей), Москва, 1974.

[3] Дудкин, Л. М., Оптимальный материальный баланс народного хозяйства, Москва, 1966.

[4] Математика и кибернетика в экономике, словарь-справочник, Москва, 1975.

[5] Госплан СССР, Методические указания к составлению государственного плана развития народного хозяйства СССР, Москва, 1969.

[6] Эйдельман, М. Р., Развитие работ по состав-

24) [20] pp. 188~198.

лению отчетных межотраслевых балансов в СССР,— в кн. Межотраслевые исследования (Сборник статей), Москва, 1974.

[7] Шаталин, С. С., Серебренникова, Т. И., Роль межотраслевого баланса в анализе пропорций общественного воспроизводства,— в кн. Межотраслевые ..., Москва, 1974.

[8] Новичков, Б. Ф., Материальные балансы, Москва, 1972.

[9] Коссов, В. В., Межотраслевые модели, Москва, 1973.

[10] Куротченко, В. С., Материально-техническое снабжение в новых условиях хозяйствования, Москва, 1975.

[11] Дудкин, Л. М., Система расчетов оптимального народнохозяйственного плана, Москва, 1972.

[12] Макаров, А. А., Макарова, А. С., Санеев, В. Г., Исследование механизма взаимодействия иерархически организованных экономических систем, «Экономика и математические методы» том XI, вып. 5. 1975.

[13] Дудкин, Л. М., Вахутинский, И. Я., Взаимувязка оптимальных планов разных уровней управления методами итеративного агрегирования, в кн.,

Козлов, Л. А., Цимдина З. Р. [ред.], Многоуровневые системы отраслевой оптимизации, Новосибирск, 1975.

[14] Завельский, М. Г., Оптимизация отраслевого планирования, Москва, 1967.

[15] Щенников, Б. А., Блочный метод решения системы линейных уравнений большой размерности, «Экономика и математические методы», том I, вып. 6, 1965.

[16] Федоренко, Н. П., Теоретические и методологические проблемы планирования и управления, «Экономика и математические методы», том XI, вып. I. 1975.

[17] Пугачев, В., Экономико-математическая разработка перспективных народнохозяйственных планов, «Коммунист», No. 9. 1975.

[18] Alfred Zauberman, "Aspects of Planometrics," 1967.

[19] 「ソ連・東欧の経済改革と資材機械補給」『経済研究』 Vol. 24, No. 1, 1973.

[20] 山田欽一『経営数学—基礎工業数学講座 6』(朝倉書店) 1967.