

## 公共事業の影響を把握するための 地域モデルに関する研究

### A STUDY ON THE MODEL TO SIMULATE THE IMPACT OF PUBLIC INVESTMENT TO COMMUNITIES

岩松幸雄\*・吉川勝秀\*\*・金井道夫\*\*\*  
By Sachio IWAMATSU, Katsuhide YOSHIKAWA  
and Michio KANAI

#### 1. はじめに

建設事業の大規模化と、それをとりまく環境の変化、さらには価値観の多様化などにより、事業に対する多種多様な要請と、さまざまな観点からの評価がなされるようになってきている。

このような状況下で、適正な公共事業のあり方を検討するためには、事業の及ぼす多方面への影響を総合的に把握し、それをふまえたうえで計画を策定することが重要である。

筆者らは、先に公共事業の多方面にわたる影響を総合的に把握するための方法論（計画マトリックス手法の提案，モデル化の過程の明示）について検討し，それを道路事業・河川改修事業・ダム事業に適用してケース・スタディを行った<sup>1)</sup>。そのケース・スタディでは，① 事業の及ぼす影響項目の網羅的リストアップ（従来の調査事例，現場のプランナーの意見等を参考にし，将来問題になると思われる項目も含む），② 因果関係の把握（事業計画マトリックスの作成），③ その影響の仕方（程度，強弱，時間遅れ等）を把握するために用いられている調査，分析・予測手法の体系的整理を行い，ライブラリーの形にとりまとめた。

本論文では，そのようにしてリストアップされた影響項目のうち，特に公共事業が生産環境や生活環境等に与えるマクロ的な影響を把握するために作成した「地域マクロ・モデル」について報告する。

#### 2. 従来の研究と本研究の基本的立場

##### (1) 従来の研究

公共事業の影響を把握するための調査・研究は数多くなされてきた。たとえば，事業の影響を主として経済面で把握したものとしては，表—1 (a) に示すようなものをあげることができよう。また，環境面への影響を把握したものとしては表—1 (b) に示すようなものがある。

表—1 従来の研究例

(a) 経済への影響を取り扱った研究例	(b) 環境への影響を取り扱った研究例
<ul style="list-style-type: none"> <li>・吉川和広 (1966)</li> <li>・国際基督教大学 (1970)</li> <li>・建設省道路局 (1971)</li> <li>・Leontief, W. et al (1965)</li> <li>・広長良一, 他 (1954)</li> <li>・経済企画庁 (1967)</li> <li>・その他</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Leopold, L.B. et al (米国地理調査所) (1971)</li> <li>・Sorensen, J.C. (1971)</li> <li>・Fisher, D., Davis, G. (1973)</li> <li>・Dee, N. et al</li> <li>・合衆国・国家環境政策法 (1969)</li> <li>・中村英夫, 他 (1976)</li> <li>・その他</li> </ul>

このような研究では，時代とともに取り扱う対象が変化してきている。1960年代以降の経済の高度成長期には，主として経済面および技術面の問題が取り扱われてきた。そして高度成長期の末期になると，経済以外の面（たとえば環境）への影響が重視されるようになってきた。前者の研究例については，たとえば吉川の研究<sup>2)</sup>をあげることができる。吉川は，産業連関分析手法と多変量解析手法を結合した計量経済学的手法により，四国における産業基盤整備事業が経済活動に及ぼす影響を把握し，それをもとにして同地域への公共投資のあり方を論じている。また，後者に関する研究は近年数多くなされており，代表的なものとして中村らの研究<sup>3)</sup>をあげることができよう。中村らは，システム・マトリックス手法

\* 正会員 工博 建設省土木研究所企画部システム課長

\*\* 正会員 工修 建設省土木研究所河川部都市河川研究室研究員

\*\*\* 正会員 建設省土木研究所構造橋梁部橋梁研究室研究員

を用いて、事業の環境面への波及的な影響を把握し、各段階において環境面から事業を評価することを試みている。諸外国における調査・研究例としては表-1に示したようなものがある<sup>1)</sup>。

近年のこれらの研究の傾向としては、(i) 影響をできる限り多角的な観点から把握しようとしていること、(ii) 影響を因果連鎖のもとで把握しようとしていること、(iii) フィード・バックの概念の導入をあげることができよう。

公共事業が地域社会に与えるマクロ的な影響を把握した従来の研究を、現象の分析手法の面からながめてみると、影響を定量的に把握するために統計的手法を用いたものが多い。そして、取り扱われる影響が主として経済面に関するものであり、経済理論がモデルに組み込まれていることが多い。そのようなモデルは、計量経済モデルとよばれている。すなわち、計量経済学は経済理論と統計的手法を結合して、実証的に現象を把握しようとする学問であり、このような考え方に立った現象把握モデルが計量経済モデルである。しかし、最近は多様化する社会指標の積極的な導入が行われるようになってきたために、もはや計量経済モデルという名称は適当ではなく、計量統計モデルとでもよぶべきであろうと考えられる。モデル化のために用いられる統計的手法は、多変量解析（重回帰分析等）手法であり、これにより部分的な因果関係を分析・定式化しながら、システム全体を構成する。したがって、定式化されたものは、用いられた経済理論が動的な発展を示すものではない限り現状推移モデルであり、現状把握（構造分析含む）や近い将来推定のために用いられるべきものである。

一方、社会の変遷を、現状推移による推定から一步進んで、将来起こるであろうと考えられる量的・質的な変化も含めて積極的にモデル化しようとする方法が、M.I.T.（マサチューセッツ工科大学）の J.W. Forrester によって提案され、多くの分野で用いられるようになってきた。この手法は SD 法（System Dynamics Method）とよばれ、現状のパターンによる分析法より一步進んだモデルを作成するために用いられることが多く、主として長期にわたる政策の影響を把握するために用いられていることが多い<sup>2)</sup>。SD法によりシミュレーション・モデルを作る場合には、上記計量統計モデルが収集されているデータの種類と量に支配されるのに対して、生活指標等のように、従来からあまりデータが収集・蓄積されていない要因も積極的にモデル化していくことがある。ま

た、社会現象のフィード・バック関係の表現にも適している。なお計量統計モデルによる分析は現状分析に適しており、SD法は将来推定に向いているといわれることがあるが、後者による現状分析はもちろん可能であり、データ制約のある要因を含む場合の分析などには、積極的に用いられるべきであろうと考えられる。

計量統計モデルと SD 法によるモデルの特徴の詳細な比較については、参考文献 1) を参照されたい。

このような特徴をもつ手法で実際の現象を取り扱った研究は多数あり、特に計量統計モデルは多くの分野で作られている。それらのうちでも、経済企画庁のモデル（COSMO）や本四モデルなどがよく知られている。SDモデルとしては、M.I.T.の研究グループの一連のモデルや建設省近畿地方建設局の水管理トータルシステムモデル、高棟らの水需給モデルなどがある<sup>3)</sup>。

## (2) 本研究の基本的立場と特徴

以下で述べる公共事業が地域に与える影響を把握するための地域マクロ・モデルは、システム分析の考え方<sup>4)</sup>に立脚し、公共政策が地域社会の生産環境・生活環境等に及ぼすマクロ的な影響を、総合的かつ定量的に把握しようとしたものである。方法論的には、まず関連する要因をひろいあげ、それらの因果連鎖（因果フロー）を仮定して、その因果関係を過去のデータにより確認し、定式化していく方法をとった。各要因間の関係は、線形式あるいは対数線形式で示されるとして、係数や定数の決定には重回帰分析法を用いた。したがって、本モデルは現状分析を主眼としている。このようなモデルで、遠い将来の予測を行うことは原理的に不可能であるが、本モデルでは、SD法で用いられる考え方も導入して、モデル内に将来推定を行う際には必要となるフィードバック・ループも組み込み、準動的なモデルとして作動させることを試みている。したがって、計量統計モデルに SD 法の考え方を導入したモデルであり、過去から現在に至る社会構造によりモデルを同定することにより定量的な信頼性のある程度保ちながら将来をシミュレーションすることができるモデルと考えることができる。

手法の面からみると、統計学的手法（重回帰分析法）と産業関連分析手法（Balanced I/O 法）を用いたモデルであり、影響の構造分析を明示的に行うことができる。また、経済学的にながめると、その年の政策と前年度の産業活動あるいは消費・投資活動等から定まる翌年度の需要と、民間資本ストックと産業基盤整備状況等により定まる生産能力との調整により、当該年度の生産活動状況が決定されるという内部構造をもつ。さらに経済的な影響のほかに、水需要量・供給可能量や汚染負荷量も算出され、環境面からのフィード・バックもモデルに

注 1) 過去のデータのみでは因果関係を厳密に定式化することができなくても、必要と考えられる場合は代替的なシナリオによりその関係をモデルに組み込むことをさす。

表-2 本モデルの特徴

モデルの形態	分析手法	公共政策の影響のモデル内での表現	生産の取り扱い	環境面からのフィード・バック	水需給量の定算	モデルの適用性	モデルの操作性
計量統計モデルにSD法的な考え方を導入したモデル	・統計的手法(多変量解析のうちの重回帰分析手法) ・産業連関分析手法(レオンチェフのBalanced I/O分析法)	・最終需要に与えるフローとしての効果(当該年度のみ) ・産業基盤整備あるいは資源や生活基盤整備としてのストックの効果(継続的な影響)	政策と前年度の産業活動あるいは消費・投資状況から定まる最終需要と、生産能力との調整から当該年度の生産活動が定まる	環境制約により生産が抑えられる(環境サブモデルを導入した場合)	Out-putとして水需要量と供給可能性が算出される(水需給サブモデル)	・現状の構造分析 ・短期の将来予測	種々の公共政策(建設省関連)が全国9ブロックに及ぼす影響のシミュレーション

組み込むことができる(後述の環境サブモデル)。

本モデルをいわゆる計量統計モデル(統計学的手法と産業連関分析手法の結合)として構成したのは、第1に現状の構造分析を主目的としたこと、第2にモデルの操作性をよくしたかったこと、第3に構造分析をわかりやすく(明示的に)したかったこと、影響の実証的な把握を指向したことなどの理由による。

本モデルの特徴を表-2に示す。

### 3. 本モデルの基本構成と定式化の方法

ここでは、本モデルの対象と、モデルの基本構成および定式化の方法について述べることにする。

#### (1) モデルの対象

本モデルは、全国を建設省地方建設局単位のブロックに分割し、地域別の公共投資が地域社会に及ぼす影響を把握しようとしたものである。このモデルでは、公共投資のうちでも特に建設省所管の事業に関連した公共投資の総額と、その地域配分(たとえば過疎・過密の対策として)、および種類別配分(道路を重視するか水資源関係を重視するかといった政策)による地域社会への影響を把握する。そして、地域社会に対する影響も、単に純生産や所得といった経済的な側面のみでなく、それに誘発されると考えられる人口(就業者)の移動や環境問題、水資源問題のような側面も含めて総合的に影響を把握することを目的としている。

#### (2) モデルの基本構成

##### a) 地域分割

本モデルは、公共政策が地域に及ぼす影響を把握するためのものであり、建設省関係の政策の影響をより明示的にとらえることを主目的としているために、図-1に示すように地域分割を行った。そして、公共投資の総額とその配分による影響を、この地域単位で把握する(図-1参照)。表-3には、各地域に含まれる都道府県名を記す。

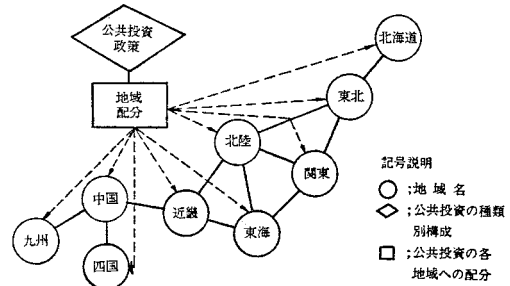


図-1 公共投資の各地域への配分

表-3 各地域に含まれる都道府県名

地域名	含まれる都道府県名
北海道	北海道
東北	青森, 岩手, 宮城, 福島, 秋田, 山形, 新潟
関東	茨城, 栃木, 群馬, 埼玉, 長野, 山梨, 千葉, 東京, 神奈川
東海	静岡, 愛知, 岐阜, 三重
北陸	富山, 石川, 福井
近畿	滋賀, 京都, 奈良, 和歌山, 大阪, 兵庫
中国	山口, 鳥取, 島根, 岡山, 広島
四国	香川, 愛媛, 徳島, 高知
九州	福岡, 佐賀, 長崎, 大分, 熊本, 宮崎, 鹿児島

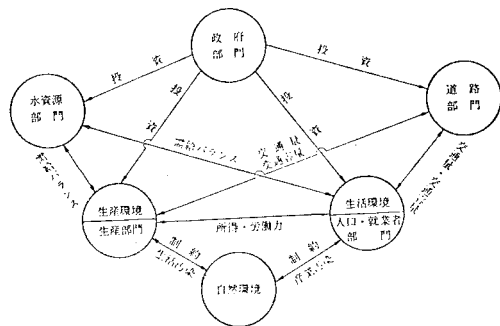


図-2 本モデルを構成する各部門とその相互関係

##### b) 基本的な部門構成と相互関係

本モデルのもっとも基本的な部門構成と相互関係を図示すると次のようになる(図-2)。したがって、このモデルでは、図-2に示される各部門の相互関係と、各地域間の相互関係が表現され、これをもとにして公共政策の地域社会に及ぼす影響が把握されることになる。

##### c) 諸量の把握方法

本モデルでは、各種の影響を大別して2つの量として

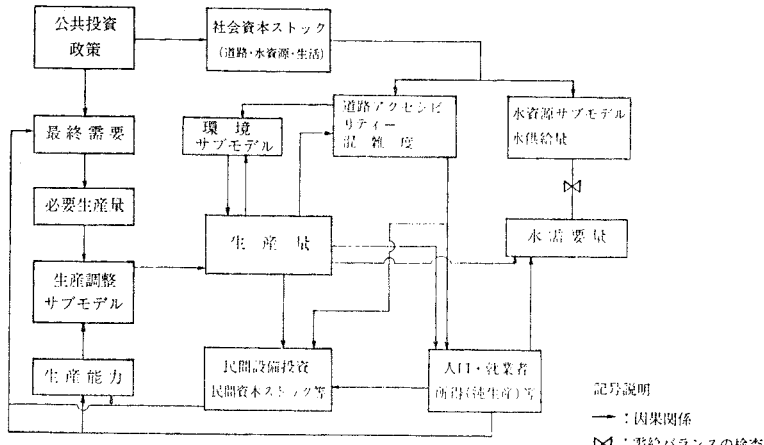


図-3 本モデルの基本的ブロック・チャート

把握している。1つは、公共投資が最終需要を構成・喚起するといったフロー量としてのものであり、あと1つは、生産基盤資本ストック等のようなストック量によるものである。フローとしての影響は後述のようにその年の最終需要を構成するといったように比較的短期に強く表われ、ストックとしての影響は、社会資本(ストック)が消耗するまでなんらかの形で地域社会に作用しつづける。このような2種類の変数を設定し、図-3に示すような因果関係を考えることにより、公共投資が地域社会に及ぼす影響の時系列的な把握が可能となる。

d) モデルの基本的なブロック・チャート

本モデルの基本的なブロック・チャートを図-3に示した。

図-3に示す因果体系は、公共投資によるフローとしての影響と、ストックによる影響を同時に把握するために設定したものであり、次のことがらが表現される。公共投資は、フロー量として民間設備投資および民間消費支出などとともに最終需要を構成し(同図の左上)、最終需要から必要生産量が決定される。同時に、ストック量として社会資本ストックを構成し(同図の右上)、生活や生産のための基盤を整備する。そして、それらのフローとストックとしての影響が民間設備投資の量や配分および人口・就業者の構成の変化などを誘発することになる。そして、生産量は、必要生産量と民間資本ストック・就業者および産業基盤ストック・道路資本ストック等により定まる生産能力の状況により定められる。さらに、このようにして決定された生産量は、再び生産・生活基盤、民間設備投資、人口等に影響を与える。また、産業活動により排出される汚染物質により環境が汚染されることになるが、これが環境サブモデルにより生産へフィード・バックされることになる注2)。本モデルでは、このような因果連鎖のもとで時系列的な地域の発展が表現される。

e) 構造推定方法とデータ、および検証

因果関係を表現するために、データをもとにしてモデルの定式化あるいはキャリブレーションを行う。そして、種々の項目について、用いたデータあるいは他の実現値をもとにしてモデルの検証を行う。

この際に、データは次の3つの局面で用いられる。

① 想定した因果関係(因果フロー)をチェックする局面……システムの同定

② 部分的な因果関係の定式化(キャリブレーション)……関係式の同定

③ ①, ②により作成されたモデルの検証……検証

すなわち、①のシステム同定では、各要因間の相互関係が明確でない場合に、想定した因果関係をデータによってチェックする。複雑な社会システムを取り扱う場合には、確立された因果法則が少なく、このような方法で試行錯誤しながらシステムの同定を行う必要がある。

②の構造式の同定では、因果関係を定量化するために、データによって関係式の形や定数(係数)等を決定する(キャリブレーション)。この場合には、因果関係はある程度固定的に考えて、主として精度の向上が指向される。しかしながら、この段階で想定した因果関係がデータで確認されなければ、①のシステムの同定にフィード・バックされる。③の検証では、作りあげられたモデルの信頼性がチェックされる。

本モデルの構造推定を行うために使用したデータは、昭和40~49年までのものである。この期間のデータを2つに分け、第一段階として昭和40~45年までのものを training data、昭和46~49年までのものを checking data とした。そして、まず training data をもとにしてモデルを作り、training data で検証した。次に、そのモデルによる推定値を checking data で検証し、モデルの信頼性をチェックした。そして、適切でない部分を修正して最終的なモデルを作成し、各種のシミュレーション(将来予測も含む)を行った。これは次のような理由による。

すなわち、本モデルのように因果フローおよび関係式を統計的に確認・同定していく場合に、ある短期間の data を training data とすると、その期間の data に表われ

注2) 汚染物質は生活部門からも発生し、本モデルではその量も算定する。しかし、生活部門からの汚染による生産等へのフィード・バックは考慮していない。

ているみかけ上の関係を取り込んだり、また、あまり長期間の data を training data とすると、その期間内において生じている短期間の傾向が平均化されてモデルに反映されない場合が生じたりするために、そのような data で training された前・後者のモデルによるそれぞれ長期間および短期間の予測シミュレーションでは、精度上の問題が生じる可能性があるからである。筆者らはそのような training interval の問題に対して、上述のような方法を採用し、モデルの信頼性についてチェックした注3)。したがって、このようにして同定されたモデルによる予測 interval は使用した全 data の interval の半分程度以下が望ましいと考えられる。さらに長期間の将来予測においては、原理的に必ずしも予測精度が保障されるわけではなく、新たな data を追加することによりモデルを up-date しながら将来の問題に対処する必要がある。

なお、本モデルでは、政策による地域の変化を、グラフィック・ディスプレイ装置を用いて、ただちにビジュアルな形でみることができるようになっている。

#### 4. モデルの細部構造

##### (1) フロー・チャート

各部門の具体的な変数と、各部門間の関係を明示した、本モデルのフロー・チャートを図-4に示す。図-4の矢印は、部門間の影響関係を示しており、実線は当該年度における影響を、破線は一期遅れの影響を示している。図中の矢印をたどればわかるように、本モデルでは、③→⑦→⑧→③、⑧→⑥→③→⑦→⑧、⑧→⑨→⑧、⑧→⑥→④→⑧、⑧→⑤→④→⑧のセクターおよびサブモデルの間で因果関係ループが形成されている注4)。

##### (2) 構造式の推定方法と使用データ

###### a) 構造式の形式と推定方法

本モデルの構造式は、一般に次のような形式で表現される。

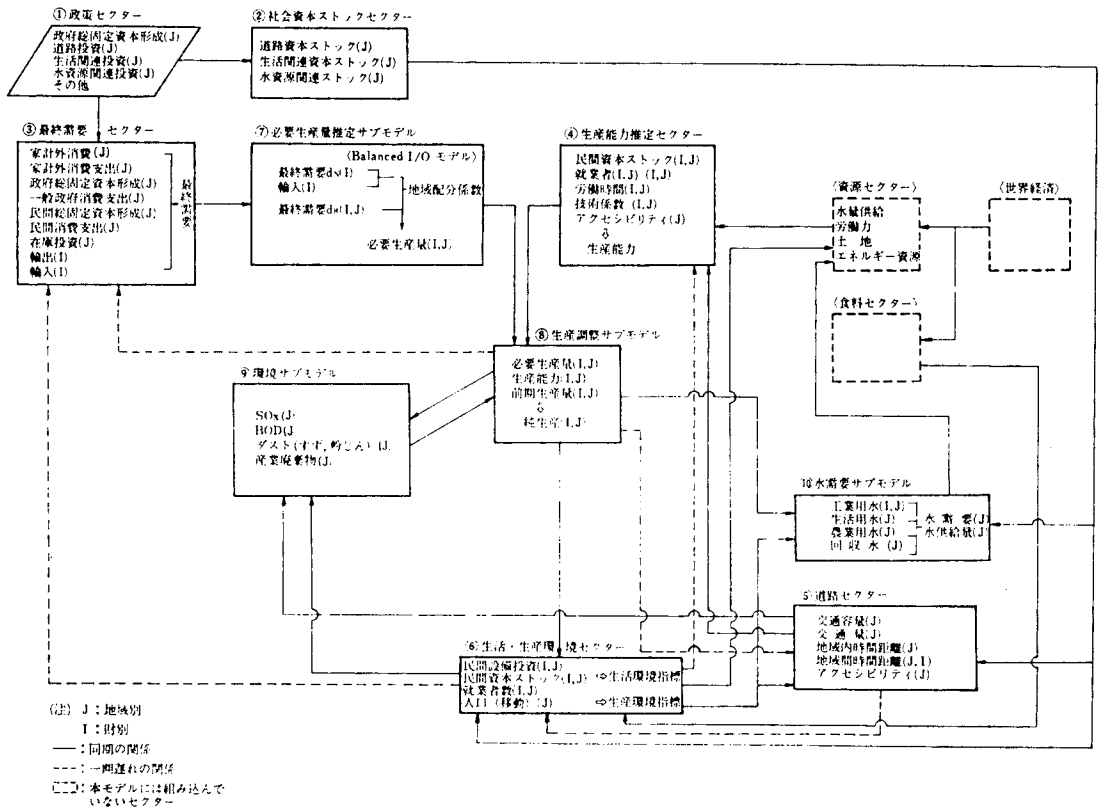


図-4 本モデルのフロー・チャート

注 3) このようにして、モデルを同定した場合の予測精度の問題については、後述の 図-7 (a)~(c) に例示した。

注 4) 検討する対象が異なれば、モデルの基本構造を変える必要が生じる。本モデルは、建設省関連の公共投資が生産環境や人口配置等に与える影響に特に注目したものであり、必要最少限の要因のみを考慮している。したがって、法・税制等の影響は明示的には取り扱っていない。それらを明示的に取り扱うためには、因果フロー（モデルの構造）の変更が必要となる。

$$X^{(1)} = a \cdot X_{-1}^{(2)} + b \cdot X^{(3)} + \dots + C \dots \dots \dots (1)$$

(d)                      (e)                      (f)

(Pl)                      R=g                      MAPE=h

ここに、 $a, b, c, d, e, f, g, h$  は定数であり、 $X^{(1)}, \dots, X^{(n)}$  は変数<sup>注5)</sup>である。式の中で変数に  $-1$  をつけたものは、1期遅れの値を用いることを示している。回帰係数の下に示される ( ) 内の定数は、回帰係数の  $t$ -value で推定値の信頼度を示し、この値 (絶対値) が2以上であればその項は有意である。(Pl) は時系列および Cross Section (同期の各ブロック) のデータを用いて回帰分析を行ったことを示し (このようなデータを Pooling Data とよぶ)、この ( ) 内に  $C_r$  もしくは  $T_r$  と記したものは、それぞれ Cross Section データ、時系列データのみを用いた分析であることを示す。R は実測値と回帰推定値の相関係数 (重相関係数) であり、MAPE は平均誤差をパーセント表示したものである<sup>7)</sup>。また、時系列データのみを用いて構造推定を行った式では、ダービン・ワトソン比 (DW) を計算して、誤差の累積がないかどうかをチェックした。

#### b) 使用データ

使用したデータは、いつの (T)、どこの (J)、何についての (I) ものであるかを明らかにするために、次の3つの記号を用いた。

I : 産業連関表に示される財を分類し、次のように1から10までの番号で示す。

- |               |           |
|---------------|-----------|
| 1. 商業、金融、不動産業 | 6. 建設業    |
| 2. サービス業      | 7. 製造業    |
| 3. 電気、ガス、水道業  | 8. 運輸、通信業 |
| 4. 農林水産業      | 9. 分類不明   |
| 5. 鉱業         | 10. 公務    |

これらの財の順序は、後述の Balanced I/O 法により必要生産量の算定を行うために、通常の I/O 表の順序とは異なっている。

J : これは、前述の各地区および全国に対してふられた番号で、次のように定める。したがって、通常の地域間産業連関表の地域分割とは異なる。

- |        |        |       |       |
|--------|--------|-------|-------|
| 1. 北海道 | 2. 東北  | 3. 関東 | 4. 東海 |
| 5. 北陸  | 6. 近畿  | 7. 中国 | 8. 四国 |
| 9. 九州  | 10. 全国 |       |       |

T : 年度を示す。構造式の決定のために使用したおもなデータは、昭和 40~49 年度のものである。

おもな構造式は、時系列データのみにより同定したも

のと、各ブロックの地域構造に対して相似を仮定し (社会構造は地域によらず同様の構造であり、時系列的な発展段階が違うと考える)、Pooling Data

[10 (年間) × 9 (地域) = 90 個]

を用いて分析したものを作成し、前者の方法で信頼できる式が得られなかった場合には、後者を採用した<sup>注6)</sup>。データの単位は億 (円) もしくは千 (人) であり、特殊なものについてはそのつど表示した。また、金額はすべて昭和 40 年度価格に換算してある (デフレーターによる換算)。

資料の出典等については参考文献 1) を参照されたい。

### (3) 各セクターと各サブモデルの概要

各セクターは、いくつかの構造式から構成されている。ここでいう構造式とは、フロー・チャート内の矢印で示される影響関係を定量化した関係式であり、線形式あるいは対数線形式で示される。この式の決定に際しては、いくつかの考えられる代替式を作成し、符号条件、 $t$ -value 等によりもっとも適切と考えられるものを採用した。具体的な代替式の考え方や採否の理由については、参考文献 5) に詳しく述べてあるが、ここではその結果の概要を述べることにする。同様に、各サブモデル構成についても、その概要のみを記す<sup>注7)</sup>。

#### a) 各セクターの概要

##### ① 政策 (政府総固定資本形成等) セクター

これは外生的に与えられ、各地域ブロックごとの値としてモデルに入力される。また、従来のパターンによる投資を考える場合には、前年度の生産等に回帰させて内生化することもできる。本モデルでは、この両方についてシミュレーションを行うことが可能である。

##### ② 社会資本ストックセクター

ここでは、当該年度の公共投資、前年度の社会資本ストックおよび減耗率から、当該年度の社会資本ストックが決定される。

##### ③ 最終需要セクター

ここでは、後述の Balanced I/O 分析モデルに入力される最終需要量が決定される。モデルの検証の際には、最終需要項目の各値は実績値を外生的に与えたが、シミュレーションのときには内生化しておく必要があり、各項目について構造式を作成した<sup>注8)</sup>。

注 5) 対数をとった変数であることもある。通常の線形式は、 $X^{(1)}, X^{(2)}, \dots$  を独立変数とする一般的な関数を Taylor 展開し、展開点近傍で高次の微量を省略した形である (したがって、その適用範囲は限られている)。一方、対数線形式はこのような理論的裏づけはないが、適応領域が前者より広いことが少なくない。

注 6) このような式を用いた場合のモデルの精度については、後述の 図-7 (a)~(c) を参照されたい。

注 7) 具体的な関係式や重相関係数、MAPE、 $t$ -value、ダービン・ワトソン比については参考文献 1) を参照されたい。なお、本モデルは 117 の基本式 (マトリックス演算は 1 つの式として数える) から構成されている。

注 8) 輸入は便宜上ここに含める。

④ 生産能力（生産能力関数）推定セクター

③の最終需要セクター、後述⑦の必要生産量推定サブモデルでは、需要面からみた生産への圧力が算定されるが、ここでは生産能力（供給能力）が民間資本ストック、産業基盤整備状況、労働力等から算定される。しかし、生産能力に関する実際のデータ、あるいは稼働率に関するデータは、一部の製造部門しか得られていない。本モデルにおける生産能力は、すべて現実の生産量に置きかえて構造推定を行っている<sup>注9)</sup>。生産能力関数の形は、コップ・ダグラス型をもとにして、技術進歩や労働時間、輸送のためのアクセシビリティも考慮した次の形を基本とした。

$$\begin{aligned}
 & \text{生産能力 } (I, J) \\
 & = a \times \text{Exp}(b \times T) \times K(I, J)^c \\
 & \quad \times \left\{ L(I, J) \times \frac{\text{労働時間 } (I, J)}{\text{労働時間 } (I, J)_{\text{昭和40年度}}} \right\}^d \\
 & \quad \times \text{ACC}(J)^e \dots \dots \dots (2)
 \end{aligned}$$

ここに、 $a, b, c, d, e$  : 定数、 $\text{ACC}(J)$  : 後述の  $J$  地域のアクセシビリティ、 $T$  : 昭和年度（技術進歩を考慮するために用いる）、 $K(I, J)$  :  $I$  財  $J$  地域の民間資本ストック、 $L(I, J)$  :  $I$  財  $J$  地域の就業者数、 $\text{Exp}$  : Exponential function である。

しかし、財によっては説明変数の有意性により、生産関数はこの形から若干異なるものもある。すなわち、式(2)の説明変数のうち統計的に有意でないものは除いた形で式を同定した。また、今回のモデルでは、水資源関連ストックは説明変数としては省略したが、これを加えた型でのコップ・ダグラス型の生産関数を修正することも考えられる。これについての分析は、今後の検討課題として残されている。

⑤ 道路セクター

ここでは、産業基盤整備としての道路ストックによる地域間の結びつきや、道路の混雑度、容量台キロ等が算定される。

このセクターでは、地域間の結びつきをより具体的に表現するために、ある年度のアクセシビリティ  $\text{ACC}(J)$  を当該年度の生産と地域間の時間距離を用いて次のように定義した<sup>注10)</sup>。

$$\text{ACC}(J) = \sum_{i=1}^9 \frac{i \text{ 地域の純生産 } PR(i)}{i, J \text{ 地域間の時間距離}} \dots \dots (3)$$

これは、本四モデルにおけるポテンシャルの概念と同じであり、この値が大きければ供給地と需要地が近くに

注 9) 生産能力を推定する場合には、平均的な推定値より大きな実績値のみを用いて生産能力関数を定めてもよい。

注10) 各地域の結びつきは、産業連関分析法により表現されるが、この  $\text{ACC}$  はそれに輸送機関の影響を明示的に反映させるためのものである。

あることを示している<sup>1)</sup>。このように定義されるアクセシビリティが生産環境に与える影響は、モデル内では生産能力関数や人口・就業者の変化を説明する要因として考慮される。そしてモデル間では生産関数については1期のラグを考慮し、人口や就業者数については当該年度のもを説明変数とした場合に良好な回帰式を得た<sup>1)</sup>。

⑥ 生活・生産環境セクター

ここでは、人口や就業者の地域分布、民間設備投資と民間資本ストック等が算定される。

生活・生産セクターにおける民間設備投資、就業者の増減等についての基本的な考え方は、次のとおりである。

$$\begin{aligned}
 \Delta K_t & = \alpha \times (Y_t - Y_{t-1}) + \beta \\
 & \quad \times \text{アクセシビリティ} + \dots \dots \dots (4)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta L_t & = \alpha' \times (Y_t - Y_{t-1}) + \beta' \\
 & \quad \times \text{アクセシビリティ} + \dots \dots \dots (5)
 \end{aligned}$$

ここに、 $\Delta K$  : 民間資本ストックの増分（民間設備投資）、 $\Delta L$  : 就業者の増分、 $Y_t$  : 当該年度の生産、 $t$  : 当該年度、 $\alpha, \alpha', \beta, \beta'$  : 定数である。

すなわち、これらの式は、民間設備投資や就業者の増減が、生産 ( $Y$ ) の伸びやアクセシビリティ等に比例していることを示している。

民間資本ストックや就業者（移動）は、道路等の生産基盤（道路資本ストックを含む）とともに、生産環境の指標である。また、人口配置（移動）は、間接的に生活環境の状況を示していると考えられる。なお、純生産は所得を間接的に示す指標と考えてよい。

b) 各サブモデルの概要

⑦ 必要生産量推定サブモデル(Balanced I/O モデル)

ここでは、前述の③で計算された最終需要項目と輸出入の値に基づいて、Leontief の Balanced I/O 法により各地区・各財の必要生産量を推定する。以下では、まず Balanced I/O モデルと RAS 法<sup>注11)</sup>の考え方を述べ、次にモデルにおける必要生産量を推定する方法について記す。

● Balanced I/O モデル

Leontief によって提案された Balanced I/O モデルについては、参考文献 1)、4) に詳しく述べてあるので、ここではその概要と特徴についてふれるにとどめておく。

一般に、ある地域の需要は、その地域の生産のみによって満たされているわけではない。すなわち、小売業のような産業については、地域の最終需要の大半はその地域の小売業者によってまかなわれているであろうが、鉄鋼や造船といった大型産業の場合には、需要地はまちなちであっても、供給地は生産能力のある特定の地域に限

注11) 産業連関表の係数の時系列的な補間・外挿法である。

られている。また、最近では農業生産物についても、地域によっては需給のギャップがはなはだしいところもある。すなわち、各地域は閉じられた社会ではなく、特定の地域に対して通常の産業連関分析を適用することは適当ではない。また、地域間産業連関分析法を利用することは、たしかに厳密な議論を行うためには重要であり、輸送問題等を取り扱うためには不可欠であろうが、本研究は公共投資の影響を把握することが目的であり、詳細な財の地区間流動を把握することを特に目的としているわけではない。さらに、地域間産業連関分析法を用いるうえでの最大の難点は、各地域で財ごとの最終需要を算定しなければならないことである。

以上の理由により、国家レベルでの最終需要の変化が地域社会に及ぼす影響を及ぼすかを簡単に把握するためには、Balanced I/O モデルを用いて、国家レベルと地域レベルの2段階構造で産業連関分析を行うことが適当であると考えられる注12)。なお Balanced I/O 法は地域間の波及効果を綿密に把握するためには必ずしも適していないが、上述の理由により本モデルではこの方法を採用した。

Balanced I/O モデルでは、各産業は財の流動特性によって2種類に分類される。

全国的産業：財が全国的な規模で取り引きされる産業である。このような財を National 財 (N 財) とよぶ。

地域的産業：財が地域のみで取り引きされるような産業である。このような財を Regional 財 (R 財) とよぶ。

すなわち、地域的産業に対する地域の需要は、必ずその地域の生産で満たされることになるが、全国財に対する需要は、必ずしもその地域の生産でまかなわれるわけではない。なお、以上の財の分類は、財の流通特性(供給地と需要地の関係)を調べることにより区別したり。

産業連関表の投入係数が全国的に同一(産業の連関が相似)であるとするならば、次のような理論展開が可能となる。

《記号の定義》

**X**：生産額ベクトル(各財ごとの値を要素とする)

**d**：最終需要ベクトル(各財ごとの値を要素とする)

**A**：投入係数マトリックス

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} R \text{ 財} & N \text{ 財} \end{matrix} \\ \begin{matrix} R \text{ 財} \\ N \text{ 財} \end{matrix} & \begin{bmatrix} A_{RR} & A_{RN} \\ A_{NR} & A_{NN} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

ただし、N, R：全国的産業, 地域的産業をあらわすインデックス

**M**：輸入ベクトル(各財ごとの値を要素とする)

これらの記号を用いると、全国レベルでは需要と生産および輸入がバランスしていると考えれば次式が成立する。

$$A_{NN}X_N + A_{NR}d_R + d_N - M = X_N \dots\dots\dots (6)$$

(N 財の) (R 財の) (最終) (輸) (生産)  
中間需要 中間需要 需要 入

したがって、全国財の生産額は、次式で求められる。

$$X_N = (E - A_{NN})^{-1}(d_N - M + A_{NR}d_R) \dots\dots\dots (7)$$

ここに、E は単位行列である。

次に、このようにして求められる N 財の各地域の生産額を求める必要がある。Balanced I/O 法では、N 財の分担率を各地域ごとに定めることにより、次のようにして計算する。すなわち、J 地域の N 財の分担率を  $J C_R$  (N 財のみについて定義) とすれば、次式で N 財の各地域の生産額が与えられる。

$$X_{J,N} = J C_R \cdot X_N \\ = J C_R \cdot (E - A_{NN})^{-1}(d_N - M + A_{NR}d_R) \dots\dots\dots (8)$$

ここに、

$$J C_R = \begin{matrix} & \begin{matrix} R \text{ 財} & N \text{ 財} \end{matrix} \\ \begin{matrix} R \text{ 財} \\ N \text{ 財} \end{matrix} & \begin{bmatrix} O & O \\ O & J C_R \end{bmatrix} \end{matrix}$$

であり、O：零行列である。

一方、R 財については、J 地域の最終需要と、J 地域で生産される N 財の生産に必要な中間需要を、J 地域で生産しなければならないので、N 財の場合とほぼ同様の考え方のもとで地域 J について次式が成立する。

$$A_{RR} \cdot X_{J,R} + d_{J,R} + A_{RN} \cdot X_{J,N} = X_{J,R} \dots\dots\dots (9)$$

(R 財の) (R 財の) (N 財の) (生産)  
中間需要 最終需要 中間需要

$$i.e., X_{J,R} = (E - A_{RR})^{-1}(A_{RN}X_{J,N} + d_{J,R}) \dots\dots\dots (10)$$

したがって、これらの式を用いることにより、地域の分担率さえ、別途に決定すれば、きわめて簡単に各地域の各財の必要生産量を算定することができることになる。

なお、本モデルでは、次のような仮定のもとに Balanced I/O 法を用いている。

仮定 1) I/O 表としては、昭和 40, 45 年度の 10 部門 I/O を使い、RAS 法で毎年修正する。

仮定 2) 商業・金融・不動産業およびサービス業に関するものは R 財とし、他の産業のものは N 財とする。この分類は、地域ごとの需要と生産額を比較した結

注12) Balanced I/O モデルの仮定：① 全国財は各需要地に一定の割合で供給される。② 地域財はその地域内の需要で吸収され、地域内でバランスしている。③ 諸産業はどの地域でも同じ費用構造(投入係数はすべての地域で同じで、それはまた全国のものに等しい)である。



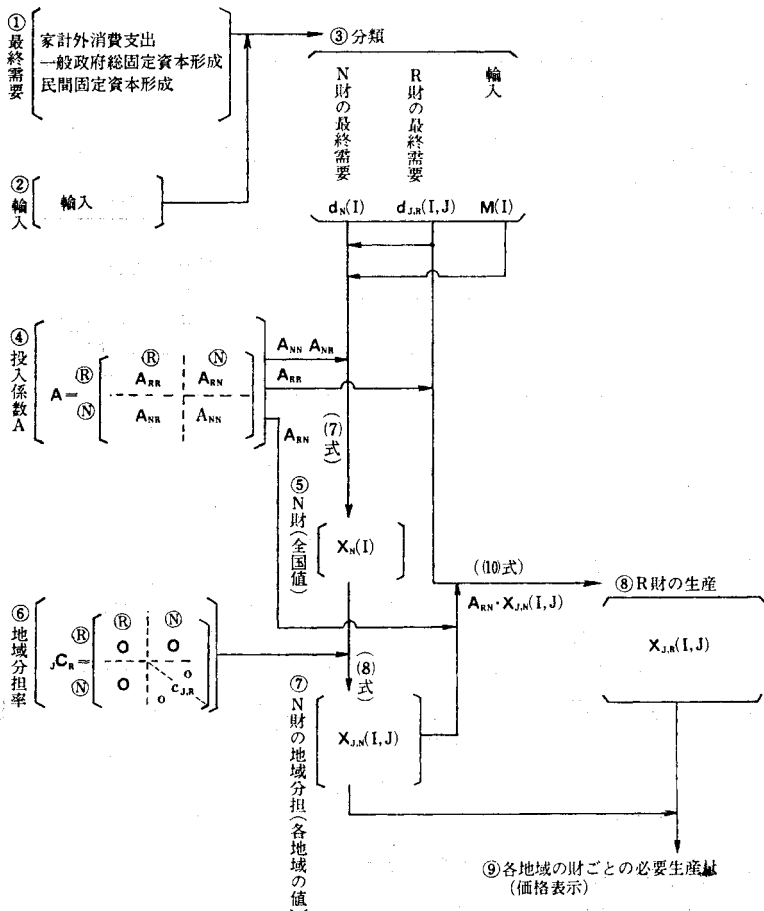


図-5 Balanced I/O 法による必要生産量の計算手順

果、両者の差があまり大きくない産業の財を R 財としたことによる。

仮定 3) 地域の分担率は前年度の構成比から定まる。地域の分担率については、生産能力で分担する方法と、生産能力の代りに前年度の構成比を用いる方法について検討したが、生産関数の精度やその推定方法が問題となったために、後者を採用した。なお、分担率を ACC などの効果も含めて決定することも可能であり、その場合には時系列的な分担率の変化をより明示的に示すことになるが、本モデルでは ACC の影響は図-4 に示すように生産を介して表われるものとして把握した。

Balanced I/O 法の計算手順を図-5 に示す。

●RAS 法

産業連関表を適用する際に問題となるのは、各産業の生産に関する技術水準や付加価値率の変化等により、投入係数が変化することである。RAS 法は、このような問題に対処するために開発されたものであり、時期の異なる 2 つ以上の産業連関表が利用できる場合に、投入係数の変化を補間・外挿する。

まず、投入される原料等については、I/O 表の横の欄の変化としてとらえることができる。たとえば、ある産業 *i* の生産物がすべての産業で *r<sub>i</sub>* 倍使用されることになれば、I/O 表は次のように変化する。

$$A' = R \cdot A \dots\dots\dots (11)$$

ここに、

$$R = \begin{bmatrix} r_1 & & & O \\ & \ddots & & \\ & & r_i & \\ & & & \ddots \\ O & & & & r_n \end{bmatrix}$$

また、付加価値率の変化は、I/O 表の縦の欄の変化としてとらえることができる。たとえば、ある産業の付加価値率が *s<sub>i</sub>* 倍になれば、I/O 表は次のようになる。

$$A'' = A \cdot S \dots\dots\dots (12)$$

ここに、

$$S = \begin{bmatrix} s_1 & & & O \\ & \ddots & & \\ & & s_i & \\ & & & \ddots \\ O & & & & s_n \end{bmatrix}$$

したがって、2 つの異なる時点の I/O 表より、*r<sub>i</sub>*、*s<sub>i</sub>* の値を算定すれば、その期間の補間を行うことができる。また、それ

以後 *r*、*s* の値が変化しないことを仮定すれば、外挿することにより任意の時点の I/O 表を推定することができる。

すなわち、*t* 年の I/O 表が *A*(*t*) であり、1 年当りの *R* および *S* マトリックスがわかっている場合には、*t*+*Δt* 年の I/O 表 *A*(*t*+*Δt*) は次式より求まる。

$$A(t+\Delta t) = R^{\Delta t} \cdot A \cdot S^{\Delta t} \dots\dots\dots (13)$$

以上で述べた方法により、必要生産量が決定される。

⑧ 生産調整サブモデル

生産調整サブモデルの機能は、需要と供給能力のギャップに応じて、生産者はいかなる生産目標をたて、実際にどれほどの生産を行うか決定することである。このサブモデルは、基本的には次のように定式化される。

$$M_t = \alpha \cdot (Y_t^* - Y_{t-1}) + Y_{t-1} \dots\dots\dots (14)$$

$$Y_t = \beta \cdot (M_t - Q_{t-1}) + Q_{t-1} \dots\dots\dots (15)$$

ここに、

*Y<sub>t</sub>* : *t* 期生産額 (I 財 J 地域について)

*Y<sub>t</sub>\** : *t* 期需要圧力 (=必要生産量)

*M<sub>t</sub>* : *t* 期の生産者の生産目標

$Q_t$  :  $t$  期の生産能力 (=生産能力関数)

$\alpha, \beta$  : 定数

である注13)。これらの式の意味するところは次のとおりである。式(14)は生産者の生産目標の立て方を示すものであり、生産者は今期の需要量を予測して必要生産量を推定し、それと前期の生産量とのギャップに応じて今期の生産目標を定めると考える。なお、通常の場合の $\alpha$ の値は、

$$\alpha \geq 0 \dots \dots \dots (16)$$

であることは明らかである。 $\alpha$ が1を越えるということは、需要以上の生産目標を立てるということであるが、経済の高度成長時代にはこのような場合も起こりうると考えられる。本研究で用いたデータの期間内では、 $\alpha \neq 1$ が妥当なところであろう。

式(15)は、実際に生産量が決定される過程を定式化したものである。生産者は、可能な限り生産目標を達成するべく努力するわけであるが、生産能力の制約があれば、目標をそのまま達成できるとは限らない。すなわち、実際生産量は、生産目標と生産能力のギャップの程度に応じて定まると考えられる。したがって、 $\beta$ の値が、

$$0 \leq \beta \leq 1 \dots \dots \dots (17)$$

となることは明らかであろう。また、この $\beta$ は産業ごとにかなり変化することが予想される。

以上で生産調整モデルの基本的な考え方を述べたが、生産調整サブモデル作成にあたっては、次のような仮定を設定した。

仮定 1)  $Y_t^*$  としては、⑨の必要生産量推定サブモデルによって得られた必要生産量を用いる。この $Y_t^*$ は仮想的な値であり、実現値をもとに作成した必要生産量を用いることが適切であるかどうかについては問題が残るが、いわゆる“心理的な値”に関するデータがない以上やむを得ないと考えられる。毎年生産者からアンケートをとり、 $Y_t^*$ の値を推計することもできると考えられるが、それは今回の分析の対象外である。

仮定 2)  $Q_t$  としては、前述の生産能力関数を用いる。したがって、この仮定により決定される $Q_t$ は実際の生産能力の限界よりは小さく評価されることになる。

仮定 3)  $M_t$  についてのデータは存在しないので、式(14)および式(15)を個別に回帰分析して定めることはできない。そこで、式(14)を式(15)に代入した

注13) 式(14)、(15)は各財について与えられる。

注14) モデル内では、生産調整サブモデルの関係式は式(18)の形で与えられる。得られた結果の一例として財6のJ地域の生産調整関数を示せば次のようになる。

$$Y(6, J) = 0.656 \cdot (6, J)_{-1} + 0.285 \cdot Y(6, J)_{-1} + 0.0465 \cdot Q(6, J)_{-1}$$

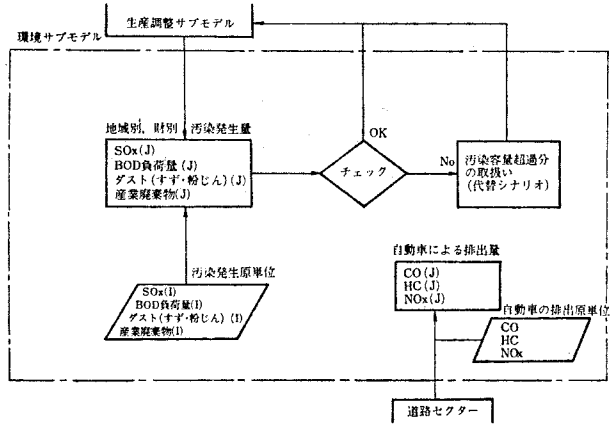


図-6 環境サブモデル

次式の形で回帰分析を行い、係数  $a, b, c$  を同定することにより生産  $Y$  を求める関係式を定めた注14)。

$$Y_t = a \cdot Y_t^* + b \cdot Y_{t-1} + c \cdot Q_{t-1} \dots \dots \dots (18)$$

ここに、 $a = \alpha \cdot \beta, b = \beta - \alpha \cdot \beta, c = 1 - \beta$  である。

式(18)の $a, b, c$ を決定して、式(14)、(15)の $\alpha, \beta$ を決定しようとするれば、過剰識別の問題が生じる。したがって、今回は式(18)の $a, b, c$ をもとにして、最尤法の概念を用いて $\alpha, \beta$ を決定したり。

$$\min. L = (a - \alpha \cdot \beta)^2 + (b - \beta \cdot (1 - \alpha))^2 + (c - 1 + \beta)^2 \dots \dots \dots (19)$$

$$\frac{\partial L}{\partial a} = 0, \frac{\partial L}{\partial \beta} = 0 \text{ より}$$

$$\left. \begin{aligned} a &= (2a - b - c + 1) / (a + b + 2c + 2) \\ \beta &= (a + b - 2c + 2) / 3 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (20)$$

以上により、生産調整サブモデルの定式化を行うことができる。なお実際上の問題としては、 $Y_t^*, Q_{t-1}, Y_{t-1}$ の相関が高くて、回帰が不安定になる場合がみうけられた。その場合には、相関が高い説明変数についてはそのうちの一つのみを説明変数として定式化した。

⑨ 環境サブモデル

環境サブモデルのフロー・チャートを図-6注15)に示す。

ここでは、道路交通や生産活動により排出される汚染量と、環境保全の面から定められる基準値注16)が比較され、前者が後者を超過する場合には、当該年度の生産にフィード・バックがかり、この基準値を満たすように

注15) 図-6は、生活による汚染物質の排出(原単位法による算出)については省略してあるが、モデルには組み込んでいる。参考文献1)参照。

注16) この基準値を決めることは容易でなく、本モデルではある年度の汚染物質の発生量を基準値として設定しそれ以上の汚染物質の発生は許容しないとして分析した。

注17) 本研究の一環として、地域内の水需給問題についても総合的かつ多角的に検討した。土木研究所報告149・151号、1977・1978年参照。

生産量の地域配分が行われる。この際の再配分方法としては、いろいろな代替案（代替シナリオ）が考えられるが、本モデルでは環境面からみて余裕のある地域に生産能力の比で割りふる場合（代替シナリオ1）、生産能力と実際の生産の差に比例してわりふる場合（代替シナリオ2）についてシミュレーションできるようにしている。

なお、このサブモデルは、シミュレーションの際に本モデルに組み込むことも、取りはずしておくことも可能である。

⑩ 水需給サブモデル注17)

水需給サブモデルでは、当該年度の生産活動と生活のために必要とされる水需要量が計算される。また、水供給可能量は、水資源関連投資をもとにして計算される。

なお、本モデルでは、このようにして計算された需給のギャップは、モデル内にはフィード・バックされない構造になっている。したがって、水需給サブモデルでは、水需要量と水供給量が対比され、水需給問題が検討される。

5. モデルの検証とシミュレーション

(1) モデルの検証

a) 検証の考え方

モデルの検証には、前述のように2つの意味がある。1つは因果フローの検証である。あと1つは関係式の精度に関する検証である。本モデルの検証は、前述のようにモデル作成の各段階で行った。すなわち、まず個々の関係式・構造式を作成する場合には、代替的な因果関係を設定して構造推定を行い、符号条件、相関係数、平均誤差率 (MAPE)、ダービン・ワトソン比等により想定した因果関係を確認するとともに精度の検討を行った。そして使用した data (training data) に対してもっとも適切だと考えられる個々の関係式を選定した。このようにして作成した全体モデルの out-put と実現値の対応の関係を調べて、モデルの全体構成の検討を行った注18)。

b) 検証の方法

各サブモデルや構造式の検証は、前述のように、代替式を検討する際に行っているが<sup>1), 5)</sup>、ここでは全体モデ

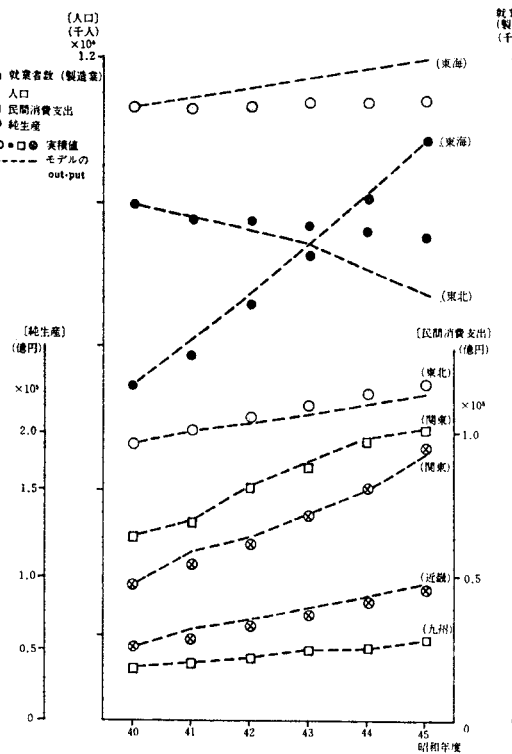


図-7(a) 検証 その 1

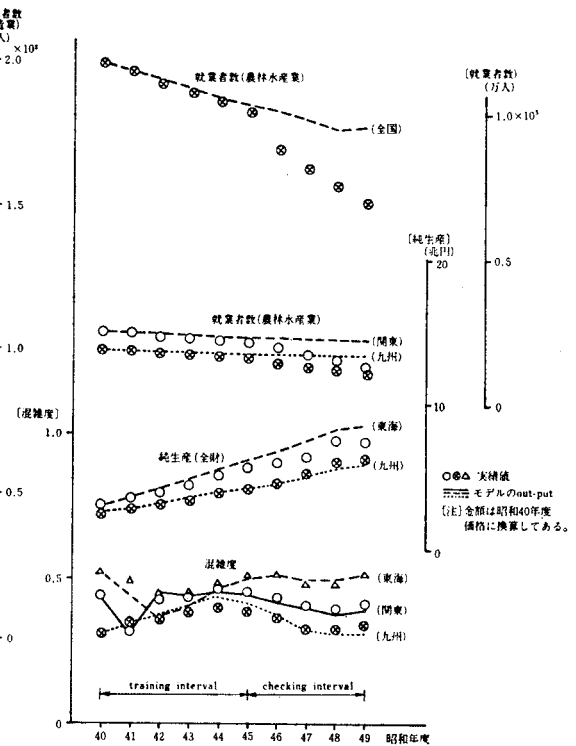


図-7(b) 検証 その 2

注18) これらの検証方法は、モデルを統計的にモデルを同定していく場合に必要だと考えられるものであり、① 個々の因果フローのチェック、② 個々の関係式の精度のチェック、③ モデル全体として因果フローのチェック、④ モデル全体としての精度のチェックが基本的な考え方である。

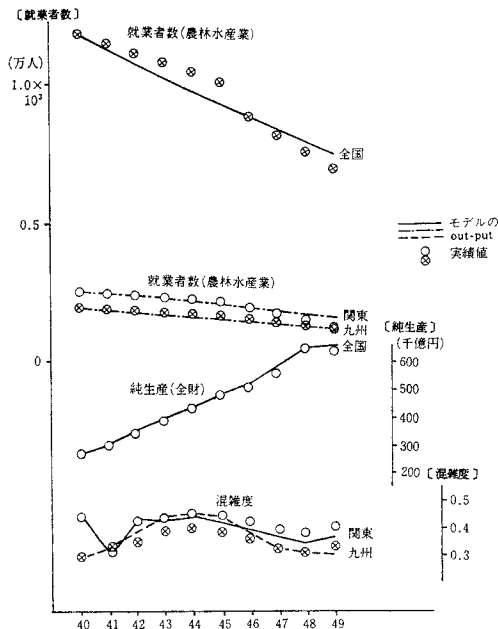


図-7(c) 検証その3(昭和40~49年度のデータによるモデル)

ルの検証方法について記す。検証時には、本モデルでは次の変数は外生的に与える。(1) 総支出デフレーター( $J$ )、(2) 人口の全国値、(3) 総面積( $J$ )、(4) 政府総固定資本形成( $J$ )、(5) 可住地面積( $J$ )、(6) 労働時間( $I, J$ )。

これらの外生値(実績値)のもとでモデルを作動させ、モデルのout-putと実績値の対応により、モデルの検証を行った。

モデルの検証は、モデルに組み込まれている各変数(約200)に対して行ったが、ここではそのうちの2、3の例のみを示しておく(図-7(a)~(c))。

図-7(a)は、training dataで作成したモデルをtraining dataで検証したものである。これは、使用したdataに対する検討であり、モデル作成上の誤差をチェックしたものである。図-7(b)は、training dataで作成したモデルをchecking dataで検証したものである。この検証において、training dataの期間ではよい対応をみた項目のうち、checking dataの期間で対応がよくないもの(たとえば就業者数)があれば、構造的修正あるいは因果フローの修正を行った。図-7(c)は、そのような修正作業を経た後に、training dataおよびchecking dataを使用して作成したモデルの、両データによる検証結果である。検証結果は一般に良好であり、以上の過程を経て作成されたモデルの信頼性に対する検討は、ある程度行い得たと考えられる。

## (2) シミュレーション

### a) シミュレーションの方法

シミュレーションは、昭和41年度から昭和55年度の間で行った。昭和49年度までについては検証がすすんでいるので、将来予測を行う場合には、昭和50年度以降についてシミュレーションを行えばよいが、ここでは将来の予測のみでなく、政策の影響を把握すること(構造分析)にも重点をおいているので、あえて昭和41年度からのシミュレーションを行った。

外生変数は、検証の際と同様である。それぞれの外生変数は、次のように設定した。

- ・総支出デフレーター( $J$ ): 昭和50年までは実績値、昭和51年度以降は年率7%を想定した。
- ・総面積( $J$ ): 一定
- ・政府総固定資本形成( $J$ ): 政策による決定、あるいは従来のパターンによる決定
- ・可住地面積( $J$ ): 一定
- ・労働時間( $I, J$ ): 昭和40~45年度までの実績値を2次関数で近似し決定した。
- ・人口(全国値): 厚生省推定値

### b) シミュレーションのパターン(シナリオ)

シミュレーションは、大別して2つのことを考察するために行った。1つは公共投資(建設省関連の投資)が過去において及ぼしてきた影響の構造分析であり、あと1つは公共投資を積極的に変化させた場合の影響の把握である。このような考え方のもとで多くのシミュレーションを行ったが、ここでは次の4つの政策パターン(特に建設省関連投資の影響に着目)によるシミュレーションの結果について述べることにする。

- ① パターン1: 総額を変化させた場合
- ② パターン2: 道路投資の割合を変化させた場合
- ③ パターン3: 地方分散政策をとった場合
- ④ パターン4: 環境からのフィード・バックを考慮した場合

①では、昭和41年度から政府総固定資本形式(この中に建設省関連投資が含まれる)の総額を、0%、3%、7.2%(建設省計画局の将来見通し)、10%、18%ずつそれぞれ増加させて、その影響をシミュレーションした。

②では、昭和40~49年度のパターンで政府総固定資本形成の総額を変化させ、その中に占める道路投資の割合を変化させた場合の影響をシミュレーションした。なお、割合の変化は、昭和40~49年度のパターンによる投資(したがって、昭和40~49年度は実績値)の何割増しという形で与えた<sup>注19)</sup>。

③では、政府総固定資本形成の総額は昭和40~49年度のパターンで変化させ、さらにその当時のパターンで

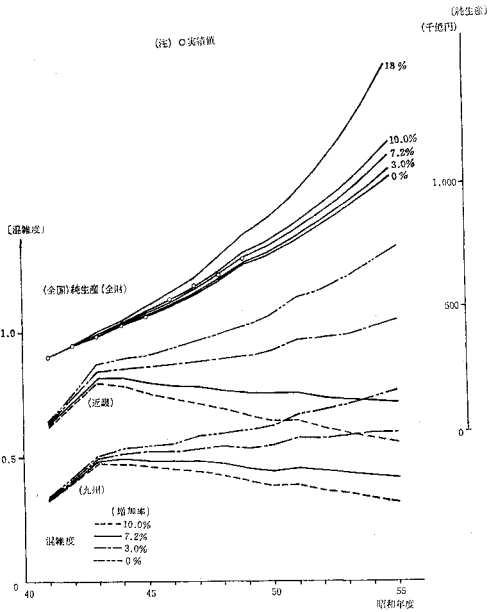


図-8 パターン(1)の純生産・混雑度の変化

計算したその各地域への配分量と、全国平均額の差を半分にするように投資をした場合注20)の影響をシミュレーションした。

④では、環境サブモデルを導入し、環境面からのフィード・バックを考慮した場合(上記の①~③ではこのフィード・バックは考慮していない)の影響をシミュレーションした。この際のフィード・バックのかかり方は、いくつかの代替的な関係(代替シナリオ)を想定した。

c) シミュレーション結果と考察

① パターン1

パターン1のシミュレーション結果については、多くの考察を加えることができる。図-8が示すように、たとえば公共投資額を昭和40年度の額に固定したとしても、純生産は年々増大していく。これは、主としてモデル作成を行った時期が経済の高度成長期にあたり、公共投資による産業・生活基盤整備が立ち遅れている状態で、生産が拡大していった事情をモデルが反映しているためであると考えられる。また、図-8よりわかるように、公共投資の総額を増すことにより、道路の混雑度は減少していく。これは、公共投資の変化が、混雑度を増すように作用する純生産にそれほど大きな影響力をもたないのに対して、混雑度を解消する傾向が相対的に大きいためである注21)。

注19) 本モデルでは、それに伴って他の政府総固定資本形成が変化したことによる影響は主としてフロー量の影響として表現される。

注20) 先進地域ほど、政府総固定資本形成の額は大きい。

注21) 公共投資額の増大にともなって、道路投資額も増大する。

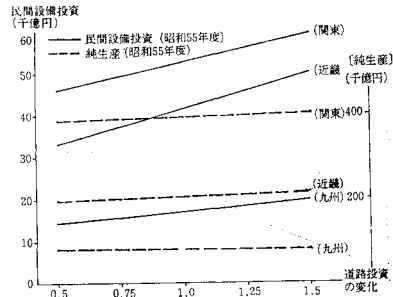


図-9(a) パターン(2)の純生産・民間設備投資の変化

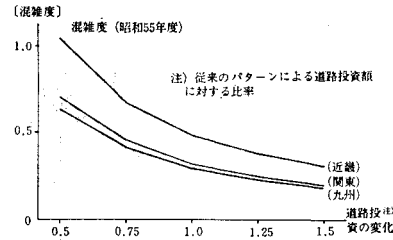


図-9(b) パターン(2)の混雑度の変化

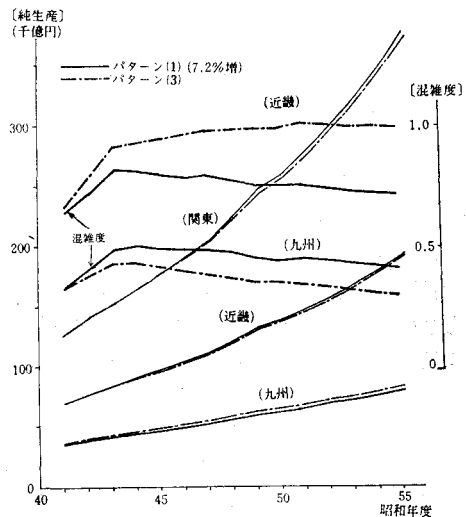


図-10 パターン(3)の純生産・混雑度の変化

② パターン2

道路投資が公共投資(政府総固定資本形式)に占める割合の変化が、純生産、混雑度および民間の設備投資に与える影響を昭和55年度でみたものを図-9(a), (b)に示す。同図より、公共投資に占める道路投資を増減させれば、純生産、混雑度および民間設備投資などが増減するが、混雑度が特に大きな影響をうけることがわかる注22)。民間設備投資は、道路投資により産業基盤が整備されるために増大し、その伸びは先進地域ほど大である。

注22) このような評価項目のほか、道路投資の影響(効果)は地域間のアクセシビリティの変化などとしてとらえられるが、ここでは省略する。

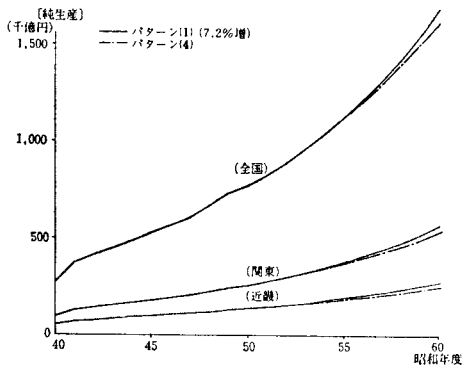


図-11 パターン(4)の純生産の変化

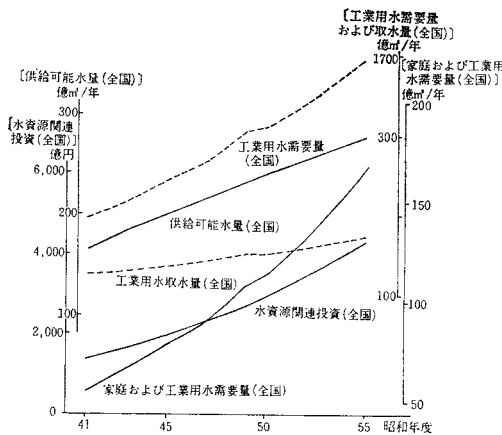


図-12 水供給サブモデルによるシミュレーション結果の例

### ③ パターン 3

公共投資(政府総固定資本形成)からみた地方分散政策を積極的にとった場合のシミュレーション結果を、純生産と混雑度についてみたものが図-10である。純生産については、各地域の生産がその地域の前年度の純生産(所得と考えてもよい)に大きく依存する構造になっており、しかも公共投資の変化が生産に与える影響がそれ程大きくないために、純生産に対してはこのような地方分散政策の効果はそれほど大きくない注23)。また、混雑度についてみると、地方分散政策により混雑度は先進地域で増大し、後進地域で減少する。これは、前述のように公共投資(政府総固定資本形式)の変化は、混雑度を増大させるように作用する生産に対してそれほど大きな影響を与えないが、公共投資(道路投資)による混雑度の解消の程度が相対的に大きいためである。

### ④ パターン 4

ここでは、環境サブモデルを組み込んで、環境面から

のフィード・バックを考慮した場合のシミュレーション結果の一例(純生産について)を図-11に示す注24)。破線は環境面からのフィード・バックを考慮した場合で、実線は考慮しない場合の結果である。

また、参考までに水供給サブモデルのシミュレーション結果(従来パターンの投資)の1例を図-12に示す。

## 6. 結 論

本研究の結論と、今後の課題を要約すると次のようになる。

建設事業に関連した公共投資(政府総固定資本形成)が地域社会に及ぼす影響を、客観的かつ定量的に把握することは、事業を実施していくうえではきわめて重要である。そのような観点から、本研究では公共事業(政策)が地域社会の生産環境、生活環境、自然環境等に及ぼす影響をマクロ的に分析するために、地域マクロ・モデルを作成した。

このモデルを作ることにより、次のようなことが明確になった。

① 公共投資の地域社会へ及ぼす影響は、最終需要に直接効いてくるフローとしての影響と、たとえば道路施設のように継続して作用するストックとしての影響に分けてとらえることができる注25)。そして、そのようにして作られたモデルを用いることにより、公共投資と地域社会の関係をマクロ的に把握することが可能である。

② マクロ的な観点からの分析では、やはり量的に大きなものしか分析になじまず、生活環境・自然環境に関する社会資本ストックの拡充による地域社会の質的な変化等の把握は困難である。したがって、河川や下水道等の投資の評価や、それらに関連する社会資本ストックの影響を把握するためには、地域ミクロ・モデルを作成する必要があると考えられる。

③ 今回作成したモデルでは、種々の公共事業(政策)が地域社会に及ぼす影響の構造分析と、短期的な将来予測を定性的かつ定量的に行うことができる。その方法および結果は5。で述べたとおりである。

④ 以上は今行なった分析の総括的な結論であるが、分析過程で明らかになったことや、モデルの特質および限界を列挙すると次のようになる。

(a) 今回のモデルは統計的手法(重回帰分析手法)と産業連関分析手法(Balanced I/O法)から成り立つ

注23) これは純生産についてのみ見た場合の結果である。また、地方分散政策は建設省関連の投資政策のみにより行われるわけではない。

注24) 図-11は代替シナリオ1を想定した場合に対応する(本文 p. 99 参照)。また、フィード・バックは各財ごとに検討される。

注25) たとえば、パターン①、②によるシミュレーションにおいて、建設省関連の公共投資額を0に近づけていけば、ストックとしての効果を推察することができる。また、その額を変化させてシミュレーションを行うことにより、フローとしての効果を知ることができる。

ている。これらの手法は、過去のデータをもとにして定量化を行うために、作られたモデルは現状推移型モデルとなる。

(b) したがって、このような統計的手法を用いたモデルは、使用したデータを収集した時期の特質を内包している。今回のモデルは高度成長期(昭和40~49年度)のデータを用いて作成したために、その時代の特徴が現われている。

(c) 計量統計モデルは、本来長期予測のためのものではなく、現状分析のための静的モデルである。そのような意味で、今回のモデルは、公共投資のマクロ的な影響の構造分析に用いられるべきであろう。

(d) 長期の将来予測(たとえば5年以上)を行おうとすれば、現状では問題にならない要因が効いてくることがある。たとえば過去における環境問題等がこれにあたる。このような問題に対処するためには、システム・ダイナミクス(SD)法を用いると有利であるといわれているが、構造分析を行いながら将来予測を行うには(超長期予測を行う場合は除く)、やはり計量統計モデルにSD法的な考え方を組み込むことが適切であると考えられる。本モデルの環境サブモデルは、このような主旨で設定されたものである。

(e) 本モデルの構成上の特徴としては、次のようなものがあげられる。

- ・公共投資の影響をフロー量とストック量によるものにかけて表現したこと
- ・Balanced I/O法を用いた必要生産量の推定
- ・生産を需要と供給能力の両方から決定する生産調整サブモデルの導入
- ・環境サブモデル、水需給サブモデルの導入
- ・モデル作成に使用するデータを training data と checking data に分けて用い、モデルの信頼性に対する検討をやりうる限り十分に行ったこと

⑤ また、今後の課題としては、生活環境の分析とそれに関連した社会資本ストックの効果の詳細な分析と評

価がある。たとえば、ある都市圏を細かく分割し、人がその場所に住みついたのは土地が問題であったか、公園等の生活基盤の整備状況や通勤時間、さらには収入が問題であったかというようなことを細かく分析し、生活基盤整備としての公共投資を考えることになる。この場合の地域の生産活動や人口のトータル値についての情報はマクロ分析との整合性が問題になる。通常はマクロ分析結果を外生的に与えることになるが、これは、生活環境とそれらのレベルの違いからみてなら不都合ではなく、むしろそうあるべきであろうと考えられる。

今後の分析の方向としては、分析対象によりそれをマクロ的に取り扱うかミクロ的に取り扱うかを分類し、両者の整合をとりながら別々に精度よく分析・予測することが考えられる。

謝辞：本研究は、元システム課の現四国地方建設局 永井河川部長、近畿地方建設局 三好課長をはじめ、学習院大学(経済学部)川嶋教授、システム課 関研究員、遠藤研究員、長門技官の協力のもとで実施したものである。また、研究を進めるにあたっては、京都大学 吉川教授、北海道大学 五十嵐教授、東京工業大学 吉川教授からは有益な情報を提供していただいた。ここに記して感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 岩松幸雄・吉川勝秀：公共事業の計画策定手法に関する研究(I)—計画マトリックス手法と地域マクロモデルを中心にして—、土木研究所報告、No. 150, 1977年11月。
- 2) 吉川和広：交通施設の整備による地域経済の開発とその効果の測定、土木学会論文報告集、1963年7月。
- 3) 中村英夫ほか：システムマトリックス法による環境アセスメント、土木学会論文報告集、1976年4月。
- 4) 建設省土木研究所企画部システム課：公共事業の影響を把握するための地域モデルの開発、1975年3月。
- 5) 建設省土木研究所企画部システム課：地域計画策定手法に関する研究、土木研究所資料、1976年3月。
- 6) Leontief, W. et al: The Economic Impact-Industrial and Regional-of An Arms Cut, The Review of Economics and Statistics, August, 1965.

(1977.12.20・受付)