

## 住宅団地開発の周辺地域に及ぼす影響予測に関する研究

FORECAST ON EFFECT TO BE EXERTED UPON ENVIRONS  
BY HOUSING LAND DEVELOPMENT

谷口 孚 幸\*・並 木 裕\*\*

By Takayuki TANIGUCHI and Yutaka NAMIKI

## 1. ま え が き

本稿は地域開発計画手法の高度化を目的として電算システムを用いた計画支援モデルを「地方中核都市周辺部に予定されている住宅団地開発計画」を対象として作成し、その有効性を検討したものである。

地域開発計画を行う場合、従来より内部経済性の検討は事業計画としてなされているが、近年、外部経済性を対象とする環境計画、環境アセスメントの必要性が広く社会的に認識されるに至っていることから、これらの要求に応えるために、複雑多岐にわたる地域の経済・社会・自然環境の構成要素（人口、土地、産業、公共ほか）間のつながりや多様化した地域住民の価値観、計画の評価体系を組み込んだ計画者への情報提示システム、すなわち計画支援モデルの開発および効果的運用が求められている。従来より計量経済手法<sup>1)</sup>、システム・ダイナミックス(SD)手法<sup>2),3)</sup>、産業連関分析手法<sup>4)</sup>等を用いた各種計画支援モデルが発表されているが、上記の各手法はそれぞれに特色をもつものの、欠陥をも有している。すなわち計量経済手法は地域の統計データ間の統計的関連を将来に向けて単純に外挿するものであり、予測値の統計的な信頼度は高いが、反面地域の経済・社会・自然環境面に構造的変化が生じた場合には適合しにくい。一方、SD手法は地域の構造変化にも柔軟に対応できるという大きな特色を有するが、統計的裏づけはやや弱く、予測結果に客観性が乏しいきらいがある。産業連関分析手法は地域内外の金銭面の動きを巨視的な面から把握できるが、適用範囲が産業面に限定される。したがって、手法自体の優劣は比較され得るものではなく、地域の特性および開発計画の内容、モデルの使用目的により最も実用性が高くかつ適合性のある手法の選択がなされるべ

きであり、計画者の意図や自主性が大きく働くべきものとする。

本稿では「地方中核都市周辺のベッドタウンにおける大規模住宅団地開発の周辺地域へ及ぼす影響」をテーマとして上記各手法の弱点を補い、かつそれぞれの特色を効果的に生かした計画支援モデルを発表した。すなわち開発計画の内容を地域環境と調和させるためには、計画内容の特性および地域の特性を十分に把握することが前提であることから、前者については産業連関分析手法、後者については主成分分析手法を適用した。次に計画が実施された場合の地域への影響予測モデルとしては、① 地域に構造変化がないとの前提による計量経済手法の適用、および、② 地域の構造変化を伴うとの設定によるSD手法の適用をそれぞれ行った。次に大規模住宅団地開発ではなく、同一計画人口規模のいわゆるミニ開発が行われた場合の検討をすることにより、計画内容の違いによる地域環境へ与える影響の差を明確にし、また本モデルの計画支援モデルとしての有効性を検証した。

## 2. 当モデルの構成

わが国における地域開発は、経済の高度成長期を通じて工業基地開発を中心に推進された結果、確かに巨視的なレベルでは経済発展には大きく貢献してきたといえよう。しかしながら同時に地域社会環境のひずみや自然環境の破壊をもあわせて生じさせた。これは本来地域の発展のための手段として位置づけられるべき経済発展そのものが自己目的化してしまい、社会基盤の整備が後追いつかた対症療法的にしかなされず、「生活優先」の発想が「経済優先」の発想に転換されてしまったこと、本来地域が保有している特性と開発計画内容の融和が十分にはなされておらず、計画内容に地域資源の有限性に立脚した発想が乏しかったこと、および長期的視点よりもむ

\* 正会員 大成建設(株)建築本部設計部係長

\*\* 正会員 工修 大成建設(株)建築本部設計部主任

しる短期的視点からの開発効果が多分に評価される傾向にあったことが原因として考えられる(図-1)。

計画内容を地域環境と調和し、しかも投資効率のよいものとするためには、地域の経済・社会・自然環境を包括した環境項目間の因果関係を把握したうえで計画の初期レベルである基本構想・基本計画段階から開発計画の地域環境へ与える多面的な波及効果を事前に予測し、可能な限り定量的な価値判断基準を導入して、その結果を計画策定プロセスにフィードバックする必要がある。図-2は当モデルの構成および計画支援システムとしての運用法を示している。

図-3には計画支援モデルのもつべき機能を整理して示した。全体の機能は計画が実施された場合の地域環境への定量的影響予測データを計画者に提供することである。このためには、①影響を実際に予測すること、②計画者にわかりやすい出力を提供すること、また、③予測結果に説得力があることが必要であり、それぞれに関して、①計量経済手法およびSD手法を適用、②、③に関しては汎用パッケージプログラム類注リを応用し、地域の経済・社会構造の構成要素間の因果序列の構築を行っている。また影響を実際に予測するためには、⑩使いやすいモデルであること、⑪地域特性、ならびに⑬開発計画特性を明確にすることが必要であり、それぞれ因果序列の簡素化、主成分分析手法の適用、産業連関分析手法の適用を行っている。さらに使いやすいモデルであるためには、⑭計画者への迅速なレスポンス、⑫モデル構築の簡便性が必要であり、それぞれ電算システムの使用、汎用パッケージプログラムの使用により対応している。

### 3. 住宅団地開発への適用

#### (1) 予測対象都市およびI住宅団地計画の概要

当モデルの予測対象を市町村レベルとし、大規模住宅団地開発が行われた場合の波及効果を予測する。

予測対象都市は、東北地方、S都市圏近郊のベッドタウンであるI市とし、同市域にI住宅団地が建設されるとした。なお用語とそれぞれの関係は図-4に従う。

I市は昭和36年には人口1万4千人の内陸型農村地域であったが、S都市圏の発展に伴いベッドタウン化し、市街地周辺の丘陵地を中心に公社、民間による宅地造成が開始され、その結果人口が急増し、昭和53年には8万人の都市となり、現在もなお発展過程にある。

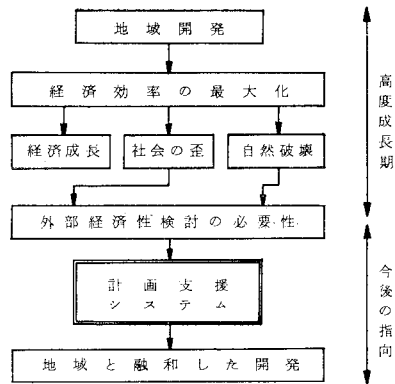


図-1 外部経済性の検討

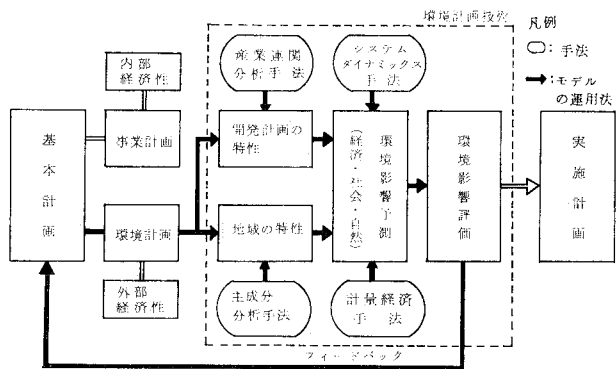


図-2 モデルの構成と運用法

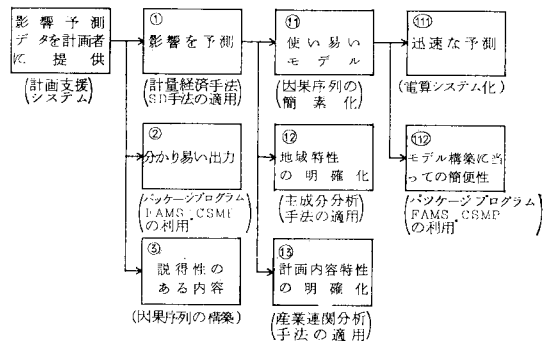


図-3 計画支援システムの機能系統図

I住宅団地開発計画は、造成工事費110億円を投入して丘陵地の林野170haを造成し、計画人口1万人の規模である(表-1)。

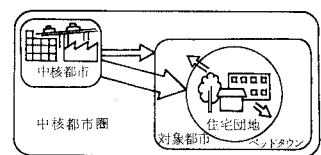


図-4 用語の関係

#### (2) シミュレーションケースの設定

影響予測は、ケース1:社会すう勢に従う場合(I市

注1) 日本アイ・ビー・エム社のFAMS(計量経済モデル)、CSMP(SDモデル)を用いた。

基本計画が完全に実施されるとした。ただしI住宅団地開発は含まない), ケース 2: I住宅団地が建設された場合, ケース 3: いわゆるミニ開発が行われた場合, の3ケースとし, 各ケースの内容と予測手法の対応を表一2に示した。なお, 計量経済モデル, SD モデルともに因果関係をそれぞれ構造方程式, レベル方程式で表現するものであり基本的な差異はなく, SD モデルで扱える対象は計量経済モデルでも扱うことができ, またその逆も理論上は可能といえるが, 使用上の観点から両者を比較すると一般的には表一3となる<sup>5), 6)</sup>。

本稿では, 定量的な経済指標を中心とするモデルとしてまず計量経済モデルを作成し, 次に住民の生活環境に対する満足度の推定を中心としたモデルとしてSDモデルを作成した。

なお, 予測期間は昭和51年から65年までとし, 昭

表一1 住宅団地開発計画の内容

| 計画項目    | 計画内容         |              |
|---------|--------------|--------------|
|         | I住宅団地        | ミニ開発*        |
| 造成面積    | 170 ha       | 住居面積 (69 ha) |
| 計画人口    | 1万人          | 1万人          |
| 造成工事費   | 110億円        | —            |
| 造成期間    | 4年(昭和52~55年) | —            |
| 入居期間    | 7年(昭和54~60年) | 同左           |
| 公共用地率   | 9.5%         | 0%           |
| 緑地率     | 30%**        | 0%           |
| 人口密度    | 58.8人/ha     | 145人/ha      |
| 一戸建住宅比率 | 82%          | 同左           |
| 地元請負率   | 20%          | 80%          |

\* 大規模な造成工事はないとした。

\*\* 一般の開発計画に比べ, かなり高い緑地率である。

表一2 シミュレーションの内容と予測モデル

| ケース             | シミュレーションの内容  | 計量経済モデル | SDモデル |
|-----------------|--|---------|-------|
| ケース1<br>(社会すう勢) | I市基本計画にて定められている都市政策が完全に実施されると設定し, この場合の都市環境の推移を社会すう勢とした。ただしI住宅団地開発は含まない。 | ○       | ○     |
| ケース2<br>(I住宅団地) | ケース1をベースとしてI住宅団地開発が行われた場合  | ○       | ○     |
| ケース3<br>(ミニ開発)  | ケース1をベースとしてI住宅団地と同じ計画人口のミニ開発が行われた場合                                      | —       | ○     |

凡例 ○印: シミュレーションの実施

表一3 計量経済モデルとSDモデルの一般的特性の比較

|           | 計量経済モデル                                  | SDモデル                         |
|-----------|--|-------------------------------|
| モデル構造上の制約 | 原則として線形構造に制限され, また, 実施されたことのない政策を導入しにくい。 | 制約はあまりないが, 全体構造はあくまで仮説の域を出ない。 |
| パラメータの推定  | 過去のデータによって統計的に推定                         | 直観から組み立てた論理によって推定             |
| 指標の内容     | 定量的データの扱いに適している。                         | 定性的データの扱いに適している。              |

和40年から50年までを予測モデルの検証期間とした。また, 価格データについては昭和50年度価格に統一して示す<sup>注2)</sup>。

### (3) 人口変動のモデル化に関する考え方

都市問題の一般的要因には, 社会資本の相対的不足, 都市サービスの費用増, 外部不経済性, 土地利用構造, 社会階層別の住み分け, スプロール現象等であるといわれている<sup>7)</sup>が, これらの問題点発生のととなる人口増について計量経済モデルでは重回帰式による統計的処理により予測しているが, SDモデルでは都市の生活環境の魅力と人口変動の間には基本的に以下のフィードバックループがあると設定した。すなわち外生的にモデルへ与えられる地方中核都市圏の成長および拡大に比例するI市の人口増加を社会すう勢としてとらえ, I市の都市生活環境魅力が上昇すると人口増加率は社会すう勢より高くなる。一方, 人口の急激な増加は都市生活環境魅力を低下させる。また, I市の都市生活環境魅力の低下は, まったく逆の現象を誘発する。ただし, それぞれの現象間には転入に関しては5年, 転出に関しては4年の時間遅れを設定している。

一般に現在の「経済優先」の社会では, 都市の人口増減の主要因は転勤など職業上の理由によるとされていることから, 当SDモデルでは地方中核都市圏の人口転出入に関しては, 職業上の理由がおもなものとして, これを外生変数として扱い, 次に転入者が都市圏のどこに住居を置くかは, 地域の都市生活環境への魅力の大小により左右されるとした。ただし周辺都市間の相対的な魅力の比較は行わず, 予測対象都市I市の時系列上の都市生活魅力の変動のみを人口変動要因としている。

## 4. 地域特性分析

計画支援モデルを計画者が使いやすいモデルとして構築するためには, 的確に, しかも指標数を極力抑えて地域の環境を因果序列としてモデル化する必要がある。

本稿では, 予測対象都市I市のベットタウンとしての地域特性を定量的に測定し, 因果序列中で使用する指標選定の判断資料とした。具体的には, 主成分分析手法を用い, 規模の要因が主成分に現われるのを避けるために人口がI市と同程度(5~10万人)の全国216都市との比較によりI市の地域特性を示した。使用した統計デ

注2) 下記のデフレーターを使用した。

生産所得: GDP 名目実質比  
 個人所得, 消費支出: 個人消費支出デフレーター  
 市町村税収: 国民総支出デフレーター  
 製造業出荷額, 商業販売額: 卸売物価指数  
 行政投資額: 政府固定資本形成デフレーター

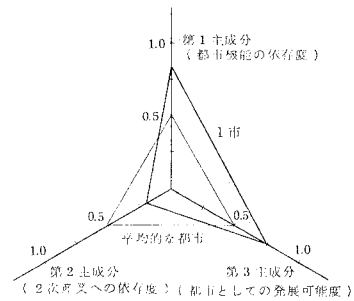
ータは、人口密度、人口増加率、人口当たり事業所数、昼間人口比率、1次産業就業人口比率（居住地ベース）、人口当たり工場従業者数（就業地ベース）、人口当たり小売業従業者数（就業地ベース）、人口当たり工業出荷額、人口当たり小売業年間販売額、人口当たり卸売業年間販売額、人口当たり飲食店年間販売額、人口当たり地方財政歳出額、人口当たり預貯金残高、人口当たり都市公園面積の以上14指標である注3）。

表一4には固有値、および累積寄与率を示すが、以下に第1から第3主成分を用いてI市の特性を示す。

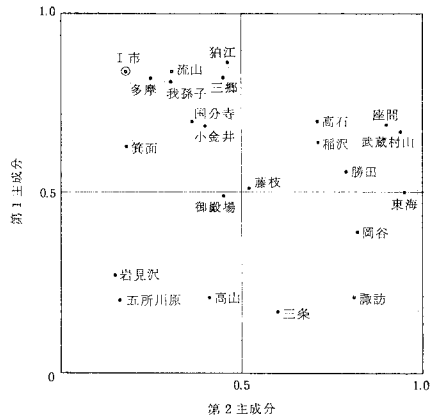
表一5には因子負荷行列を示すが、第1主成分は、人口当たり小売業従業者数、昼間人口比率、人口当たり小売業年間販売額、人口当たり事業所数がいずれも小さいと大きな値となることから、該当都市の他都市への都市機能の依存度を表わす尺度であると解釈した。第2主成分は、人口当たり工場従業者数、人口当たり工業出荷額が大きいと大きな値となることから、2次産業依存度を表わす尺度、第3主成分は、人口密度、人口当たり預貯金額が小さいと大、1次産業就業人口比率が大きいと大きな値となることから、都市の発展可能度とそれぞれ解釈した。

I市の地域特性の分析結果を、3次元グラフ（図一5(a)）、および216都市中、特色の明確な代表的都市との比較によって示す（図一5(b)、(c)）。図中の各軸は、平均値を0.5、平均値+3σ（σ：標準偏差）を1.0、平均値-3σを0.0に正規化している。I市は第1主成分が0.84であり、中核都市S市の衛星都市として位置

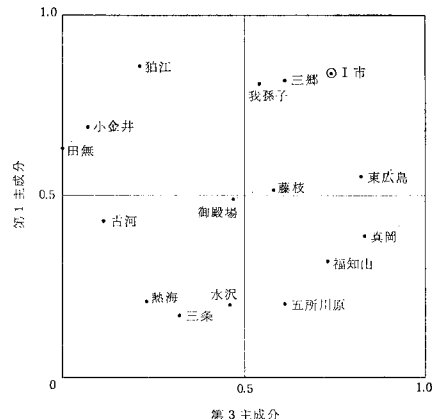
づけられ、さらに第2主成分は0.18であり、2次産業への依存度も低いことから典型的なベッドタウンと見なすことができよう。なお、図一5(b)から多摩市（第1主成分：0.82、第2主成分：0.25）、我孫子市（0.81、0.31）等がI市と同様の傾向を示している。また、I市の第3主成分は0.74であり、今後の都市としての発展の可能性を示している。小金井市（第1主成分：0.69、第2主成分：0.40）、狛江市（0.86、0.46）等は同じベッドタウンとして位置付けられるが、第3主成分はそれ



(a)



(b)



(c)

図一5 I市の主成分分析結果

表一4 主成分分析結果（固有値，累積寄与率）

|       | 第1主成分 | 第2主成分 | 第3主成分 | 第4主成分 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 固有値   | 4.98  | 2.01  | 1.65  | 1.20  |
| 累積寄与率 | 36%   | 50%   | 62%   | 70%   |

表一5 因子負荷行列

| 指標名           | 第1主成分  | 第2主成分  | 第3主成分  | 第4主成分  |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| 人口密度          | 0.510  | 0.074  | -0.696 | 0.105  |
| 人口増加率         | 0.595  | -0.285 | 0.176  | 0.009  |
| 人口当たり事業所数     | -0.789 | 0.178  | -0.110 | -0.122 |
| 昼間人口比率        | -0.895 | 0.210  | 0.214  | 0.015  |
| 1次産業就業人口比率    | -0.513 | -0.209 | 0.525  | -0.418 |
| 人口当たり工場従業者数   | -0.238 | 0.904  | 0.145  | 0.040  |
| 人口当たり小売業従業者数  | -0.916 | -0.174 | -0.099 | -0.107 |
| 人口当たり工業出荷額    | 0.016  | 0.839  | 0.187  | 0.286  |
| 人口当たり小売業年間販売額 | -0.881 | -0.166 | -0.204 | 0.015  |
| 人口当たり卸売業年間販売額 | -0.661 | -0.129 | -0.087 | 0.008  |
| 人口当たり飲食店年間販売額 | -0.654 | -0.186 | -0.438 | 0.257  |
| 人口当たり地方財政歳出額  | -0.148 | -0.321 | 0.271  | 0.683  |
| 人口当たり預貯金残高    | -0.243 | 0.196  | -0.598 | 0.027  |
| 人口当たり都市公園面積   | -0.254 | -0.168 | 0.248  | 0.612  |

注3) 出典：「地域経済総覧（昭和54年版）」東洋経済新報社，昭和54年4月。  
「別冊民力」朝日新聞社，昭和53年12月。

ぞれ 0.07, 0.21 と低く、ベッドタウンとしての成熟度を示していると考えられる。ちなみに人口規模 5~10 万人都市で他都市への依存度が小さい都市には、岩見沢市、五所川原市、高山市、三条市、水沢市、諏訪市等があり、2 次産業への依存度の高い都市は、東海市、座間市、武蔵村山市、岡谷市、諏訪市等である。また、平均的な値を示した都市には、御殿場市、藤枝市等がある。

以上の主成分分析の結果は、影響予測のための因果序列作成にあたって発展途上にあるベッドタウンの抱える特性ならびに問題点、すなわち林野・農地等が転用されて宅地化が急激に進行することによる土地利用の変化、人口急増に伴う自治体財政の変化、住生活環境の変化等を表わす指標の取り込みが重点的になされるべきであることを示している。

### 5. 開発計画内容の特性分析

I 住宅団地開発計画の開発投資額である 110 億円の経済波及効果を産業連関分析手法により測定した。具体的には M 県産業連関表（昭和 45 年度 37 部門表）について生産者価格表、逆行列係数表、自給率表を使用して生産誘発額を次式により求めた。

$$X=[I-(I-\bar{M})\cdot A]^{-1}\cdot[(1-\bar{M})F+E]\dots(1)$$

ただし、

- X: 総生産額
- F: 地域内最終需要ベクトル
- E: 移輸出ベクトル
- $\bar{M}$ : 移輸入係数の対角行列
- A: 投入係数の正方行列
- I: 単位行列

また、上記の生産誘発額に、それぞれの部門別付加価値率を乗じて付加価値誘発額を求めた。

この結果、直接的には原材料を供給する産業部門が刺激され、次に宅地造成工事に関連する産業から他産業へ生産の誘発（145 億円）が波及し、誘発された付加価値（146 億円）は可処分所得として新たな需要に転化することになる（図-6）。

以上の産業連関分析の結果から、生産の誘発はおもに第 2 次産業（121 億円）に生じ、付加価値の誘発は雇用者所得（77 億円）に生じていることが判明した（図-7）。したがって、因果序列作成にあたっては、第 2 次産



図-6 産業連関分析による経済波及効果

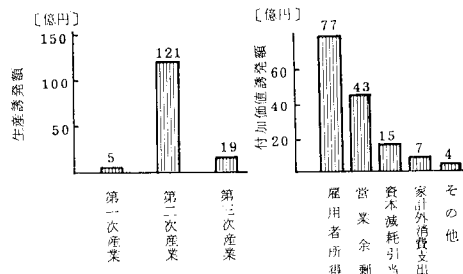


図-7 産業連関分析による項目別経済波及効果

業の指標に製造業生産額、製造業販売額、所得指標に分配所得等を取り入れて対応した。ただし、I 住宅団地計画は県外の民間資本により実施されるため、この影響は地元の土木、建築工事請負率の値を変えることにより調整を行った（表-1）。

### 6. 計量経済手法による影響予測<sup>(4),(16)</sup>

#### (1) 入力データおよび予測モデルの全体構成

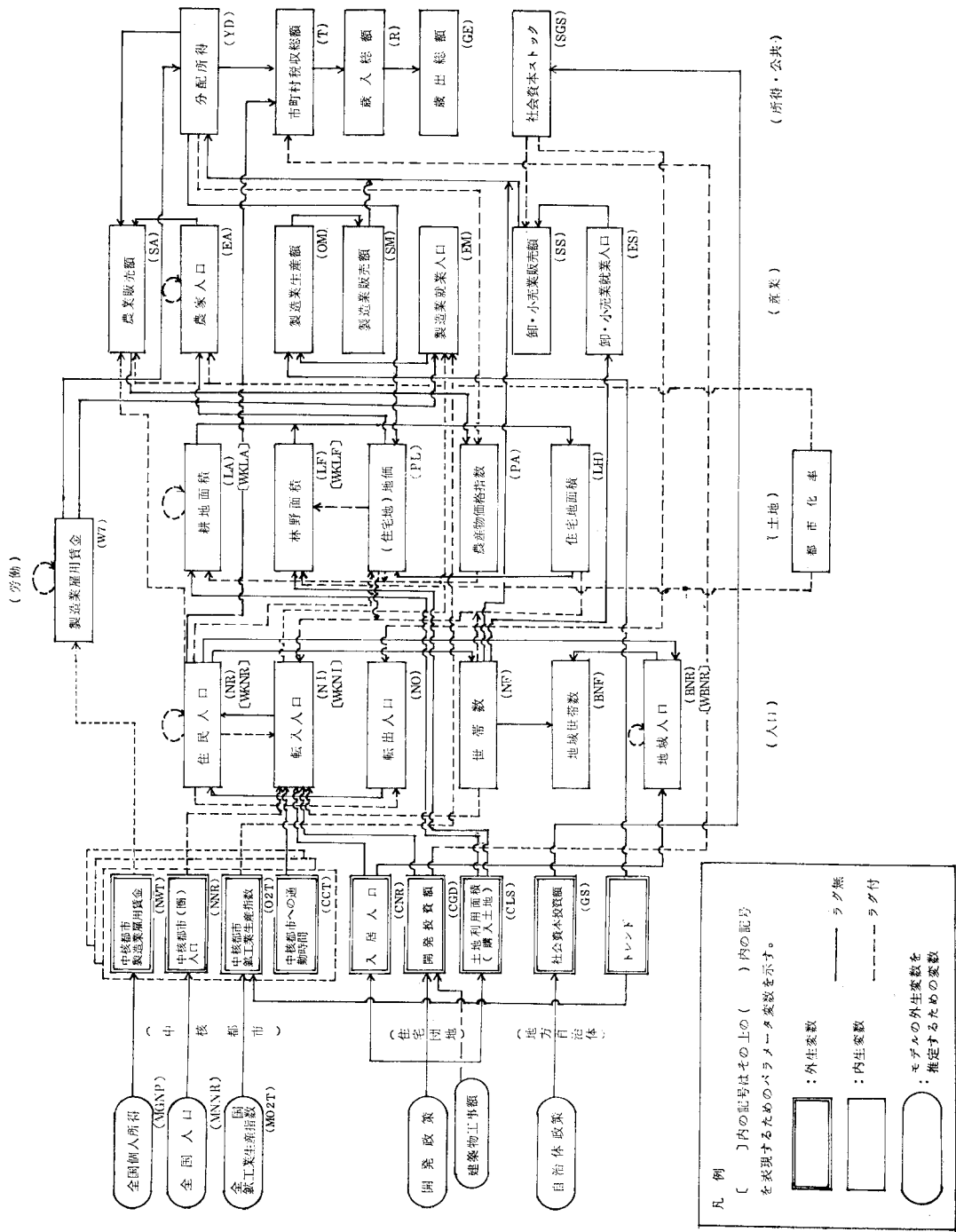
当モデルは、「地域経済モデル」および「地域社会モデル」から構成されている。

地域経済モデルへの入力は、開発計画内容を表わす指標として計画人口、開発投資額、土地利用面積、および地域の経済動向、さらに自治体の政策変数として社会資本投資額である。モデル構成は人口、所得、土地、第 1 次産業、第 2 次産業、第 3 次産業、公共の 7 セクタからなり、それぞれ地域特性、開発計画内容に適した指標を選定した。

また地域社会モデルには大別して 3 種類のデータ入力を行う。すなわち開発計画データ（計画世帯数、計画給水人口、計画道路舗装延長、医師数、ほか）、自治体の目的別歳出費（都市計画費、住宅費、衛生費、ほか）、および地域経済モデルからの出力データ（卸・小売業販売額、住民人口、分配所得、農業人口、ほか）が入力となる。モデル構成は、OECD が示している社会指標の 9 分類（① 健康、② 学習を通じての個人能力の開発、③ 雇用と勤労生活の質、④ 時間とレジャー、⑤ 個人の経済的条件、⑥ 物的環境、⑦ 社会的環境、⑧ 個人の安全と法の執行、⑨ 社会的機会と参加）を基本とし、I 市が直面している問題である都市化と交通問題を独立したセクタとし、以下の 11 セクタを設定した。① 健康・福祉、② 教育・文化、③ 労働・雇用、④ 余暇、⑤ 所得・消費、⑥ 自然環境、⑦ 生活環境、⑧ 安全、⑨ 参加・連帯、⑩ 交通・通信、⑪ 都市化。

#### (2) 因果序列の作成

住宅団地開発が周辺地域に与える影響を把握するため



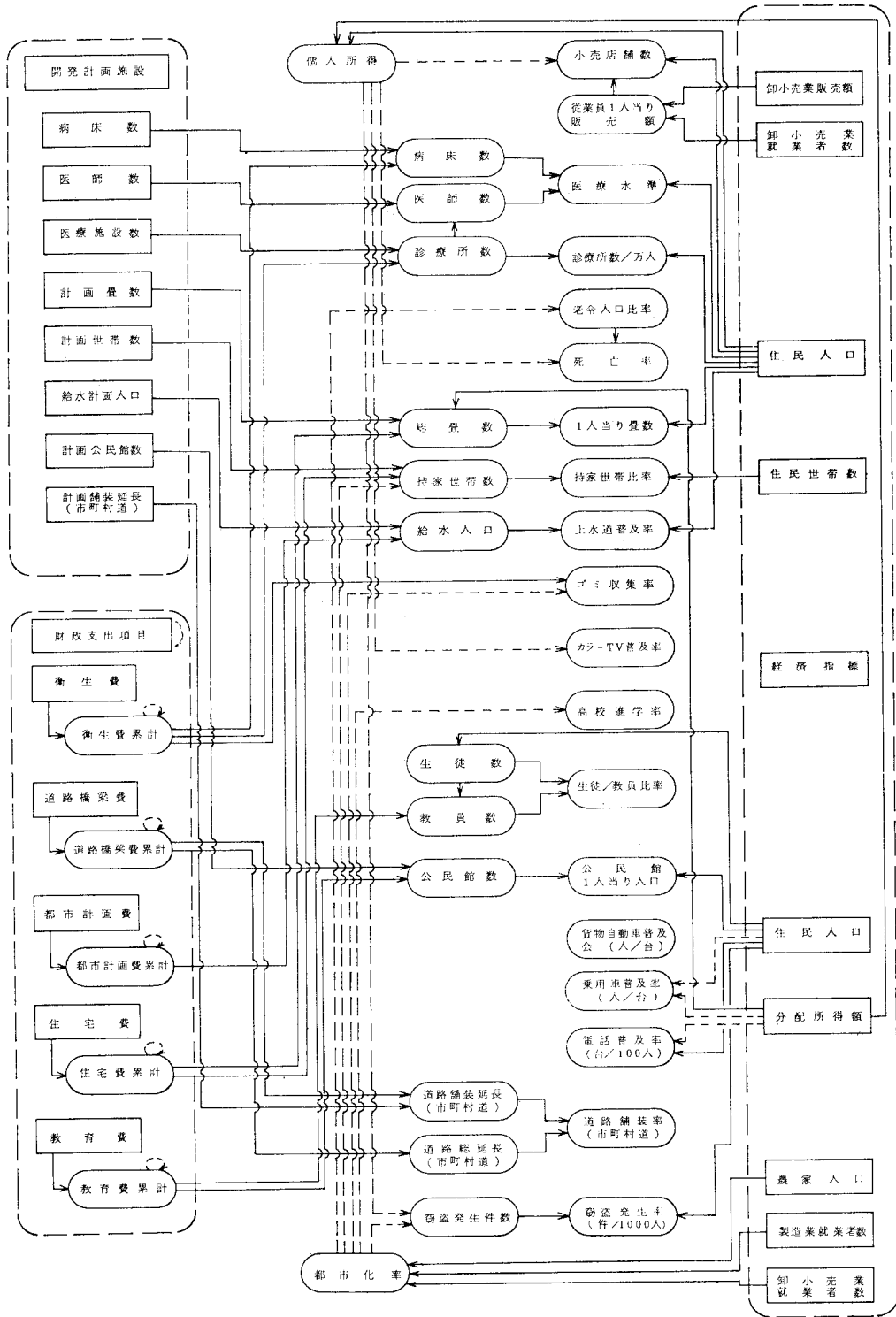


図-8 (b) 社会指標因果序列図 (計量経済モデル)

には社会環境指標の取り入れは不可欠の要素であるが、計量経済手法を使用する場合、指標の選定やその評価には困難な点が多い。たとえば統計値として示されている離婚率の最近の上昇は一面からみれば確かにマイナス要因であるが、他の一面からみれば人間の自由な行動が社会的に認められる傾向にあることをも示している。また、社会指標には福祉水準に対する住民の満足度を示す指標と、その実現のための指標があるが、前者は住民アンケート等で得られる感覚的満足の水準であり、計量経済手法では数量化が困難であり、かつデータの整備度合も低いため、一般の統計数値で示されている後者の指標を使用している。具体的な指標は、地方自治体にデータが整っていること、フロー、ストックの概念が明確であり住民の満足度と関係づけやすいこと、および地域の特色を現わす指標を重視することを基準として選定した。各指標データは市町村の統計書等で公表されている値を用い、昭和40年から50年までの11年分を収集・整理した。

次に各指標間の関係を構造的に因果序列として組み立てる。たとえば教育の質の向上に対しては、それを要求する立場と要求を受ける立場との関係で捉えることができる。すなわち教育指標を「教員1人当たり生徒数」で代表させることにより、生徒数増加による教育に対する要求と、自治体側で財政支出項目の教育費を増大させることによる教員数の増加の2項目で近似的に説明した。図-8に経済指標、および社会指標の因果序列図を示すが、主成分分析手法による地域特性の分析結果から、人口、土地、財政、住環境に重きを置き、産業連関分析手法による開発特性の分析結果から、第2次産業、および分配所得に重点を置いたものとした。

### (3) モデルの検証

各指標間の関係を表わす構造的な目的変数は、経済指標26、社会指標44の合計70指標である。このうち定義式を除く47個の目的変数については、11年間の実績値に基づき単純最小自乗法によりモデルの構造形のパラメーターを推定した。推定された構造式の重相関係数( $R$ )は、 $R \geq 0.9$ を示す式が40式、 $0.9 > R \geq 0.8$ が5式、 $0.8 > R \geq 0.77$ が2式となり、パーシャルテストの結果として全体に相関のよいモデルを得ることができた。なお作成された重回帰式は重相関係数およびF検定により、またパラメーター(偏回帰係数)はt検定により有為性が検証されている。以上で求められた構造式を連立方程式として解き、誘導型方程式を導いてトータルテストを行った。さらに外生変数の実績値を誘導型方程式に代入し、内生変数(各指標)の予測値を算定してファイナルテストを行った。

### (4) 予測結果

昭和60年度までのI市を対象とする予測結果を、社会すう勢(ケース1)およびI住宅団地が開発された場合(ケース2)に分けて以下に示す。

地域経済環境について、昭和65年までの指標別予測結果例、および昭和60年におけるケース1の結果を基準としたケース2の結果を図-9および図-11にそれぞれ示す。ケース1ではI市人口は16万人と昭和49年に比較して2.6倍になり、そのほか、歳出総額、分配所得総額、卸・小売業販売額は約3倍に伸びるが、反面農業販売額、宅地面積、製造業販売額の伸びは低く、約1.5倍である。ケース2ではケース1で著しい増加を示した指標は更に5%程度増加するが、農業販売額、製造業販売額などは1%前後の伸びに留まっている。以上の結果から、当モデルはベッドタウンとしての人口増加の影響が歳出、所得、卸・小売業に強く出ているが、第1次・第2次産業への影響は少ないことをよく表わしている。ただし、I住宅団地は林野を宅地造成する計画であるが、農地を宅地に変換した場合は当然ながら第1次産業への影響は大きいと考えられる。

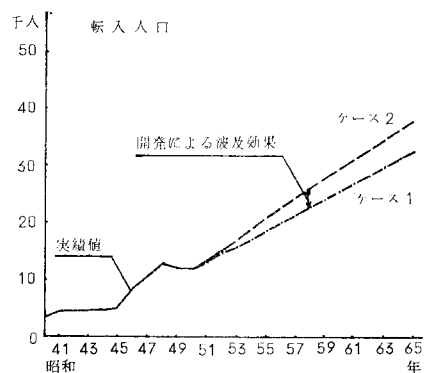


図-9 経済指標予測結果例(計量経済モデル)

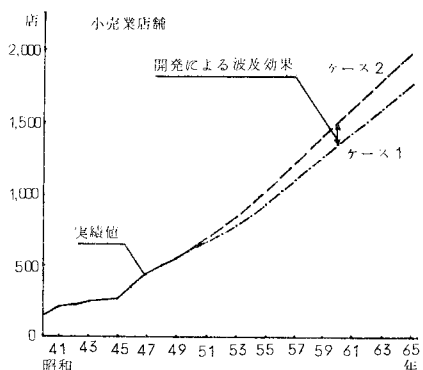


図-10 社会指標予測結果例(計量経済モデル)



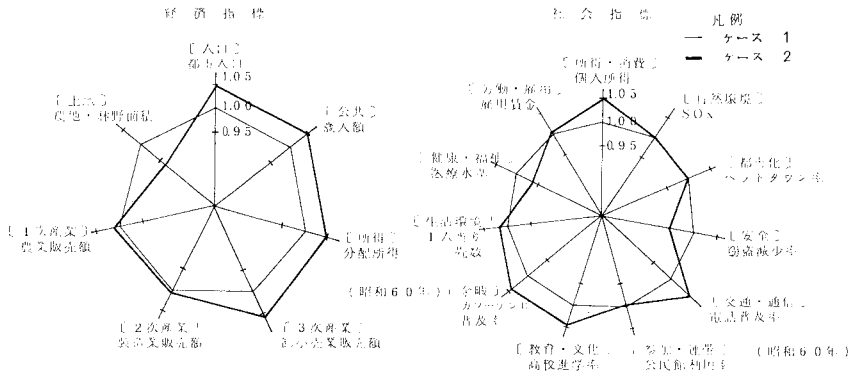


図-11 計量経済モデルによるセクター別予測結果(ケース1を基準)

また、地域社会環境についても同様に、指標別予測結果例およびケース1、ケース2の比較を図-10、図-11にそれぞれ示す。ケース1では昭和49年に比較して全体として水準上昇の結果となっている。個人所得は約2.5倍となり、この伸びは小売店舗数などに波及している。また、老令人口比率は若年層の人口流入の結果、1/3に低下する。そのほか1人当たり畳数、持家世帯比率は1.3倍の上昇を示す。ケース2の結果をケース1と比較すると、個人所得、小売店舗数、電話普及率などは約5%の伸びを示し、さらに良質な開発計画内容により、1人当たり畳数、持家世帯比率などはケース1にみられなかった伸びを示した。さらに宅地造成により可住地面積の増大をもたらすので、可住地人口密度の上昇が抑制されている。

7. SD手法による影響予測<sup>(15),(17),(18)</sup>

(1) 入力データおよび予測モデルの全体構成

当モデルは以下に示す人口増減によるフィードバックループを中心として構成されている。すなわち住宅団地の開発に伴う人口増により、公共・公益施設、交通等への需要が増加する。さらに土地利用への需要に波及する。土地利用セクターで土地が取引されると、住宅、施設需要に見合った開発が行われる。土地が不足すると地価が上昇し、土地利用の形態が高密度化する。公共・公益施設が必要に応じて建設され、その他の住生活環境も整備されると都市生活環境魅力が増加し、その結果、さらに転入人口増が誘発される。施設需要があっても、建設計画が必要に追いつかない場合には転入率は低下する。また人口が集積すると第3次産業が誘発され、消費需要が満たされ、利便性が增大する反面、自然環境面では生活排水の増加による

水質汚濁、自動車数の増大による大気汚染等が生ずる。

SDモデルに対する入力は、経済成長率等の広域外生変数、住宅団地人口密度等の開発計画の内容、交通政策等の政策変数である。モデル構成は産業、人口、土地利用、都市生活環境、企業投資環境の5セクター、およびフィードバックループの要として、それぞれの開発計画、都市政策の波及効果を評価するための都市生活環境魅力乗数、企業投資魅力乗数からなる。

このうち都市生活環境セクターは以下の12サブセクターにより構成されている。①人口、②福祉、③所得・消費、④労働、⑤安全、⑥健康、⑦住生活、⑧交通、⑨自然、⑩教育・文化、⑪コミュニティ、⑫余暇(図-12)。

(2) 魅力乗数の設定

地域の多様化した価値基準に対応するために、各サブセクターごとに魅力乗数を設定し、波及効果の環境項目別評価を行った。また総合評価としては都市生活環境に関する住民意識調査<sup>(8)~(10)</sup>および企業立地調査<sup>(11)</sup>から得られた重み係数を使用して都市生活環境魅力乗数、企業投

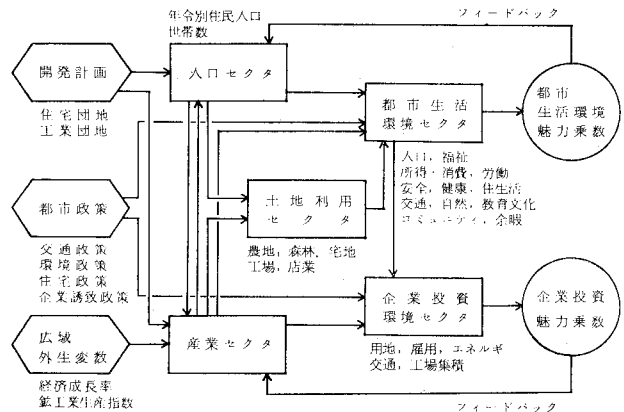


図-12 SDモデルのセクター構造

資魅力乗数を算定した。なお、重み係数は各環境項目の重み係数の合計が1になるように設定している。これらの乗数が増加すると、それぞれ新たな人口増、企業投資増を誘発するとした。すなわち各サブセクタで経年的に予測される指標値を初年度基準値との比  $(S_j(t))$  として無次元化し、次に重み係数  $(W_j(t))$  を乗ずることにより都市生活環境魅力乗数、企業投資魅力乗数  $(A_i(t))$  を次式にて求めた。

$$A_i(t) = \sum_{j=1}^m [W_j(t) \cdot \text{Min}\{3^{[4]}, S_j(t)\}] \dots (2)$$

たとえば、都市生活環境魅力乗数は、前述の12のサブセクタ  $(m=12)$  に重み係数を乗じて得られるが、この計算手順を 図-13 に示す。

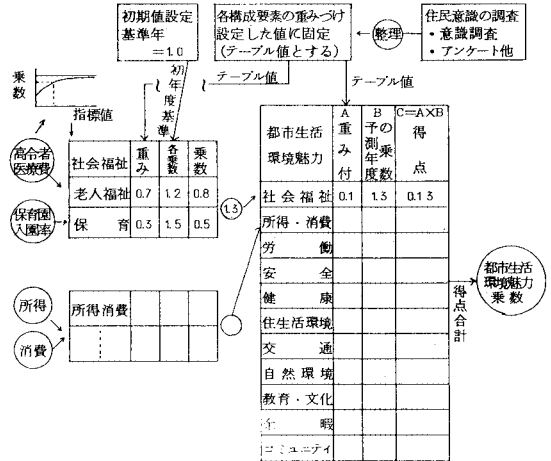


図-13 都市生活環境魅力乗数の構成

(3) 因果序列の作成

SD モデルによる因果序列の構築にあたっては、地域特性・開発特性の分析結果を基礎として、特に都市生活環境の満足度に関する指標、すなわち福祉、所得、健康、住生活、交通、自然、教育、コミュニティ等に関する指標を重点的に取り入れた。

図-14 には SD モデルの因果序列図例として自然環境サブセクタの因果序列図を示す。住民人口、製造業出荷額、自動車台数、土地利用面積を入力として、河川汚濁度、大気汚染度からなる環境保全度と緑地魅力度を総合して自然環境魅力乗数が算出される。なお、モデルに用いられている指標総数は 349 である。

(4) テーブル関数の設定

大気質や水質に係る各種排出規制値、ならびに広域的な社会すう勢等は、テーブル関数として設定し、モデル内に組み込んでいる。図-15 には一例として自動車排ガス規制乗数を示す。自動車排ガス中に含まれている窒素酸化物の

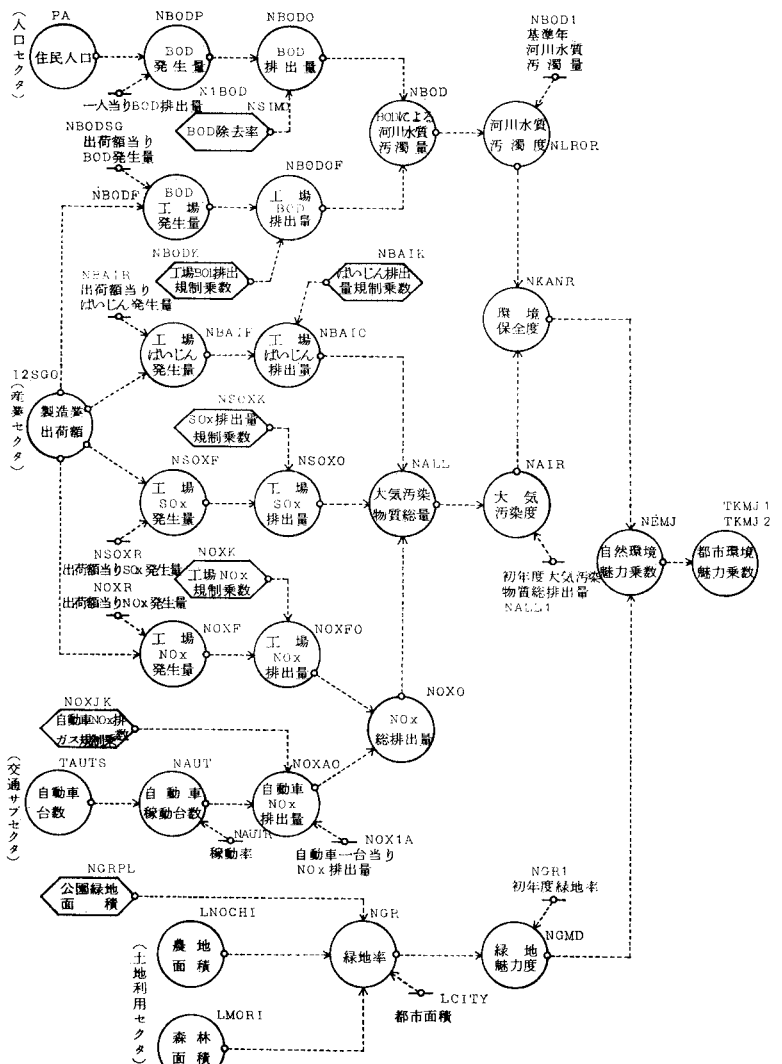
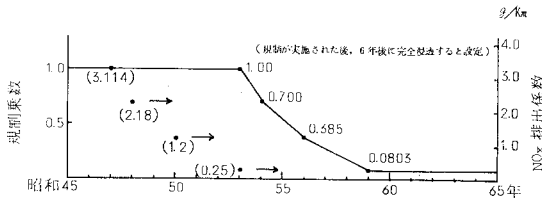


図-14 自然環境サブセクタ因果序列図 (SD モデル)

注 4) 人の感覚はある範囲では物理的的刺激が  $n$  倍になれば魅力も  $n$  倍になるが、それ以上では魅力は減速することが知られていることから、ここでは、魅力乗数の最大値を 3.0 に設定した。



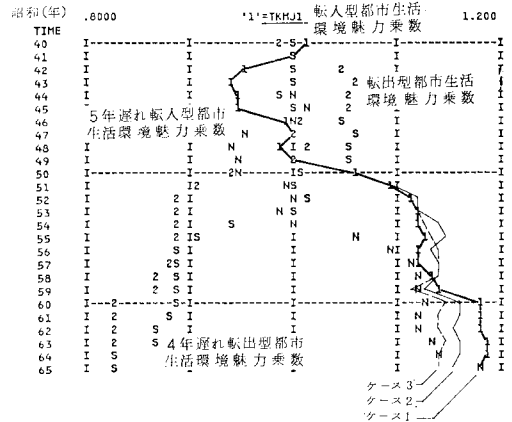
図一15 自動車排ガス規制係数

規制は、昭和 48 年にそれ以前の 30% のカットを第 1 段階として実施され、昭和 53 年現在では普通自動車に対しては排出係数 0.25 g/km が定められている。当モデルでは自動車の新車更新率を 3 回の車検でほぼ 100% に達すると設定し、規制値の完全浸透までに 6 年間の時間遅れを考慮した。

(5) モデルの検証

ケース 1 を対象に 12 のサブセクタからの出力、およびこれらから合成される都市生活環境魅力乗数を用いて、モデル構造の妥当性を検証する。図一16 には、各予測ケースごとに転入型都市生活環境魅力乗数の経年変化を示したが、基準年とした昭和 40 年から 45 年までは魅力度が低下している（昭和 40 年 1.01 → 昭和 45 年 0.94）。これは人口急増に起因する交通渋滞のための ① 交通利便度の低下、自動車台数増、森林面積減と生活排水増による ② 自然環境保全度の低下、卸・小売業未整備による ③ 消費魅力度の低下がおもな要因となっている。次に昭和 46 年から 52 年にかけて魅力度は上昇し、1.11 となった。これは学校建設、病院建設、スポーツ施設等の公共・公益施設の充足、大規模で良質な住宅団地開発による市街地人口密度の低下による ① 健康魅力度と ② 住生活魅力度の向上による。昭和 53 年から 57 年にかけてはほぼ一定の水準の魅力度を保ち、昭和 58 年から 60 年にかけて再び上昇して 1.17 となった。これは新規上水源用ダムの完成による水道事業の整備と流域下水道の整備による ① 住生活魅力度の上昇、地下鉄の開通による ② 交通利便度の向上、自動車排ガス規制の浸透と下水処理場の整備による ③ 自然環境保全度の向上の結果である。

以上のシミュレーション結果は、昭和 40 年から現在までの I 市の推移をよくトレースしており、将来値についても政策的事象と都市生活環境魅力乗数の間に実際的な因果関係が認められることから、当モデルは妥当性のある因果序列で構築されていると解釈し



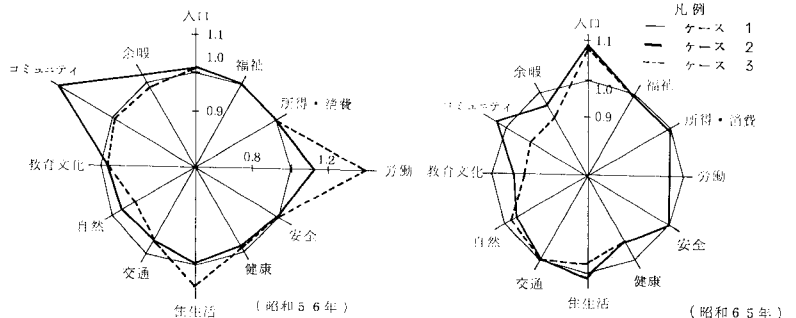
図一16 都市生活環境魅力乗数の推移 (SD モデル)

た。

(6) 予測結果

図一16 にてケース 2 および 3 の結果をケース 1 と比較すると、転入型都市生活環境魅力乗数は昭和 52 年から 58 年にかけて住宅地開発の効果が大きく表われている。これは医療施設等の未整備による ① 健康充足度の低下、および工用自動車台数増による ② 交通利便度の低下を、建設工事額増に伴う就業人口増による ③ 労働魅力度の大幅な増加（地元請負率をケース 2 では 20%、ケース 3 では 80% に設定）、および市街地人口密度の低下による ④ 住生活魅力度、⑤ コミュニティ魅力度の上昇が上回った結果である。しかし昭和 59 年から 65 年にかけては、ケース 1 に比較してケース 2、3 の転入型都市生活環境魅力乗数が低下する。これは開発による人口増が各セクタに負の効果を与えたためである。

ケース 2 とケース 3 を比較すると、短期的にはケース 3 では地元請負率を高く設定したことにより、労働魅力度が転入型都市生活環境魅力乗数へ大きく寄与し、昭和 56 年にはケース 2 を上回っている。しかし長期的には人口の社会増および自然増による生産年齢層の増加によ



図一17 SD モデルによるセクタ別予測結果 (ケース 1 を基準)

り、労働魅力は大幅に減少する。このため昭和 65 年には、小売店、公園、緑地、公共施設の充足度を高く設定しているケース 2 の波及効果がケース 3 を大きく上回る結果となった（図-17）。

### 8. 考 察

#### (1) 計量経済モデルと SD モデルによる予測値の比較

I 市への I 住宅団地開発の波及効果を計量経済モデル、および SD モデルの 2 つの手法を用いて予測した。ここで両モデルによる指標別予測結果の相違から、それぞれのモデルの特徴について考察する。2 つのモデルは前者は客観性のある統計値を取り扱っており、後者は感覚的に住み良さを表現する指標を取り扱っているため、それぞれ、モデル構造、因果序列、指標数、指標の内容も異にするが、表-6 には同一の定義を行っているおもな指標については、昭和 60 年における予測値の比較を示す。I 市人口は計量経済モデルでは過去の人口急増傾向から将来値を予測し、SD モデルでは I 市の望ましい姿として I 市基本計画に示されている値を基本データとして用いているため、前者が後者に比べ約 12% 大きい値となった。また、製造業純生産額、森林面積、住宅面積など因果序列の上位に位置する指標は予測値の差異が少ないが、人口の予測値をもとにして説明される卸・小売業販売額、市町村税収、人口密度などには大きな差異が生じている。これらは、予測値の活用にあたり、使用モデルの特性および指標の設定条件を十分に把握する必要のあることを示している。

#### (2) 当モデルの住民合意形成システムへの適用

地域開発に伴い、地域住民との摩擦が発生するケースが多くみられる。自然環境の保全に関しては自治体による環境アセスメント条例の制定等によりその合理的な解決手法が模索されている段階にあるが、地域経済・社会環境面については都市計画法、建築基準法による許認可によるチェック機能以外に、開発行為の多面的波及効果が論じられることは少ない。現在発生している摩擦の内容を検討すると、開発主体と地域住民の開発に対する価値観、評価基準が異なる場合が多いことも大きな原因ではあるが、地域住民の「これから先の地域がどのように変わっていくのか」という疑問に十分に答え得るデータベースの完備した客観的な各環境項目に対する予測結果が話し合いの資料として提示されていないことによる「不安」に起因する場合も多いと考えられる。計量経済手法、SD 手法等を用いた開発の多面的波及効果の予測

表-6 計量経済モデルと SD モデルによる予測値の比較  
(昭和 60 年度予測値)

| 指 標 名           | ① 計量経済モデル | ② SDモデル | ③ (①-②)/② |
|-----------------|-----------|---------|-----------|
| 人 口 (千人)        | 168       | 150     | +12.0%    |
| 人 口 密 度 (人/ha)  | 132       | 117     | +12.8%    |
| 製造業純生産額 (百万円/年) | 2595      | 2515    | + 3.2%    |
| 卸小売業販売額 (百万円/年) | 30955     | 21613   | +43.2%    |
| 市町村税収 (百万円/年)   | 3870      | 4666    | -17.1%    |
| 森 林 面 積 (ha)    | 7566      | 7487    | + 1.1%    |
| 宅 地 面 積 (ha)    | 1281      | 1284    | - 0.2%    |

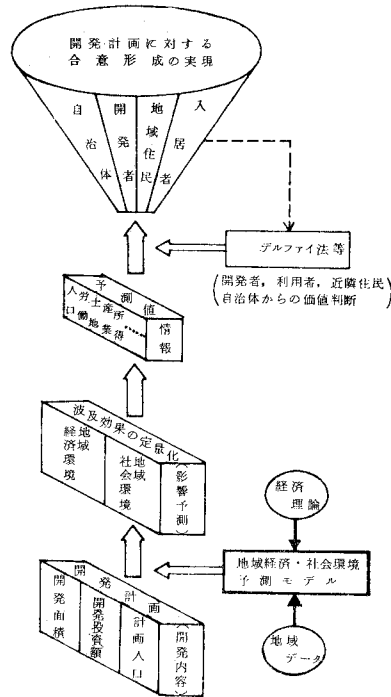


図-18 住民合意形成システムへの当モデルの適用

を目的とした計画支援モデルの活用は、図-18 に示す如く開発に対する地元住民との合理的な話し合いや合意形成のための情報提供手段として今後一層重要なこととして認識されるべきであると考えられる。

#### 参 考 文 献

- 1) 経済企画庁：地域開発の事後的分析，経済分析第 62 号，1976.8.
- 2) 松崎功保・宮崎秀紀：SD による長期総合計画，オペレーションズリサーチ，1976.3.
- 3) 山内 昭・樋口 透：システム・ダイナミクスによる地域開発モデルのコンピュータ・シミュレーション，地域学研究，Vol. 4, 1974.
- 4) 岩松幸雄ほか：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，土木学会論文集，No. 284, pp. 89~103, 1979.4.
- 5) 日本住宅公団ほか：大都市圏宅地政策評価モデルの開発と応用に関する研究報告書，1976.3.
- 6) 土木工学大系編集委員会：土木工学大系 12 計画論，彰国社，1977.2.

- 7) 熊谷尚夫：経済学大辞典，東洋経済新報社，1980.1.
- 8) 国民生活センタ：地方中核都市周辺調査，1976.
- 9) 経済企画庁：国民選好度調査，1976.
- 10) 東京都都民生活局：都市環境に関する世論調査，1978.
- 11) (財)農村地域工業導入促進センター：農村地域業種別モデル工業団地調査報告書，1976.3.
- 12) J.W. フォレスター：アーバンダイナミックス，日本経済営出版会，1970.
- 13) 降矢憲一：社会指標の話，日本経済新聞社，1977.
- 14) 谷口孚幸・並木 裕：経済・社会環境影響予測モデル 第1報，第2報，第32回土木学会年次学術講演会概要集IV，pp. 199～202，1977.10.
- 15) 谷口孚幸・並木 裕：住宅・工業団地開発が地域環境に及ぼす影響予測，第7回土木学会環境問題シンポジウム講演論文集，pp. 7～12，1979.8.
- 16) 谷口孚幸・並木 裕：地域経済・社会環境予測モデル，第1回日本建築学会電子計算機利用シンポジウム講演論文集，pp. 349～353，1979.3.
- 17) 谷口孚幸・並木 裕：システム・ダイナミックスによる地域環境影響予測モデルの構築，第34回土木学会年次学術講演会概要集IV，pp. 264～265，1979.10.
- 18) 谷口孚幸・並木 裕：住宅団地開発の地域環境への波及効果分析，第34回土木学会年次学術講演会概要集IV，pp. 266～267，1979.10.

(1979.11.28・受付)

---