都市施設配置計画のシステムズ・アプローチに関する方法論的研究

昭和４７年８月

青　山　吉　隆

都市施設配置計画のシステムズ・アプローチに関する方法論的研究

昭和47年8月

青　山　吉　隆

序

現在の日本において，都市問題ほどあらゆる階層の人々から関心を持たれているテーマは少ない。それ程に都市問題は深刻であり，かつまた解決の困難な問題であるということができる。都市問題を根本的に解決するためには，現代のあらゆる英知と力とが政治の場に集結される必要があると思われる。そして都市施設の整備は都市問題をその根本において解決するというより，むしろ，あくまでもその時の法体系の中で，都市問題の深刻化を防ぎ，より軽減させるための手段であるといえよう。しかしながら政治の場において，その根本的解決を図るためには長期間にわたる国民的合意の培養期間が必要であるとされており，現在の法体系のもとで，しかも限られた予算という制約の下において，早急に都市問題を改善するためには，都市施設の整備に頼る他にないのである。ここに都市施設の整備の必要性があり，さらに整備計画の合理化への要請が生まれてくる。

本論文は，都市施設計画の合理化を究極の目的として，都市施設計画のシステム化の方法論を研究したものである。本論で提案した都市施設計画のシステム化の方法論が，今後のシステム化を推進する基盤となり，究極の目的である都市施設計画の合理化という課題に少しでも貢献できるなら幸いとする次第である。

本研究に対して終始，御指導，御鞭撻を賜わった京都大学教授天野光三先生，同吉川和広先生，並びに御教授，御示唆を賜わった京都大学教授米谷栄二先生，また本論文作成のために一方ならぬ御配慮を賜わった徳島大学教授荒木謙一先生に心から深甚の謝意を表する次第である。また貴重な資料を提供していただいた建設省近畿地方建設局，日本国有鉄道建設局，大阪市，神戸市の各位に心から感謝の意を表する次第である。

昭和 47 年 8 月

青　山　吉　隆

都市施設配置計画のシステムズ・アプローチに関する方法論的研究

目　　　次

序

第1章　序　　論

第1節　研究の目的 …… 1
第2節　本研究の立場 …… 1
第3節　本研究の内容 …… 3

第2章　都市施設計画のサブシステムに関する考察

第1節　緒　　言 …… 5
第2節　評価システムの特徴 …… 7
第3節　現象システムの特徴 …… 13
第4節　結　　語 …… 16

第3章　都市施設の評価に関する研究

第1節　緒　　言 …… 19
第2節　評価モデルの理論的研究 …… 21
(1)　概　　説 …… 21
(2)　評価モデルの概念規定 …… 22
(3)　評価関数 …… 25
(4)　意識と都市施設の整備水準 …… 31
(5)　結　　び …… 36

第３節　住環境に対する評価モデルの実証的研究 …… 38
(1) 概　　説 …… 38
(2) 住環境の評価要因と評価主体 …… 38
(3) 評価モデルの推定結果とその考察 …… 44
(4) 結　　び …… 53
第４節　生活環境に対する評価モデルの実証的研究 …… 54
(1) 概　　説 …… 54
(2) 生活環境の評価要因 …… 55
(3) 評価モデルの推定結果とその考察 …… 60
(4) 結　　び …… 63
第５節　ＣＢＤに対する事務所の評価モデルの実証的研究 …… 63
(1) 概　　説 …… 63
(2) 評価要因と評価主体 …… 64
(3) 評価モデルの推定結果とその考察 …… 67
(4) 結　　び …… 70
第６節　結　　語 …… 71

第４章　都市施設に関する現象モデルの研究

第１節　緒　　言 …… 74
第２節　現象解析の方法論 …… 76
(1) 概　　説 …… 76
(2) 行動モデルの仮説 …… 79
(3) 選好関数 …… 88
(4) 結　　び …… 93
第３節　都市圏における人口分布モデル …… 94
(1) 概　　説 …… 95
(2) 人口都市化の理論 …… 98
(3) 推定結果とその考察 …… 102

(4) 結　　び …… 106
第4節　都市圏における市街化モデル …… 106
(1) 概　　説 …… 106
(2) 適地度関数の時間距離モデル …… 107
(3) 市街化過程のモデル …… 111
(4) 適地度関数の多因子モデル …… 114
(5) 結　　び …… 120
第5節　都市圏における土地利用の分析 …… 121
(1) 概　　説 …… 121
(2) 分析の方法 …… 122
(3) 分析結果とその考察 …… 127
(4) 結　　び …… 131
第6節　住宅選択モデル …… 131
(1) 概　　説 …… 131
(2) 所有形態による世帯の判別モデル …… 132
(3) 民営借家の選択モデル …… 136
(4) 結　　び …… 142
第7節　結　　語 …… 143

第5章　都市施設の計画モデルに関する考察

第1節　緒　　言 …… 146
第2節　生活環境施設の配置計画 …… 147
(1) 概　　説 …… 147
(2) 施設に対する住民の満足感 …… 148
(3) 施設全体に対する満足感 …… 149
(4) 施設整備コスト …… 149
(5) 住民の不満足に対する制約条件 …… 150
(6) 外生変数と構造パラメーター …… 152

(7)　計画モデル …… 153
第3節　生活環境施設の配置計画モデルの解法 …… 153
(1)　地区 i 内の配分過程 …… 154
(2)　予算 K_o の地区への配分過程 …… 159
第4節　広域的な都市施設の配置計画 …… 166
(1)　概　　説 …… 166
(2)　計画の目的 …… 167
(3)　市街化過程のモデル …… 167
(4)　計画の外生変数 …… 168
(5)　計画モデル …… 169
第5節　結　　語 …… 172

第6章　結　　論 …… 174

参考文献

第1章 序　　論

第1節 研究の目的

都市施設は道路，高速鉄道，下水道，公園等のように都市構築の骨格を形成するものであり，都市における住民の活動にとって必要不可欠なものである。しかしながら，人口と産業の急激な集中によって都市が膨張してきたのにくらべて，都市施設の整備は非常に遅れており，特に最近では大都市地域における生活環境施設の不備が，強く指摘されている。こうした現状から適切な都市施設を早急に整備することが望まれている。しかし，地価の高騰等に基づく資金難とともに，合理的な整備とは何かについての疑問が明快に解決されていない。今後，整備を促進する上でこれらは，非常に重要な問題として認識されるに至っている。

都市施設は，簡単に言えば住民の都市活動を円滑かつ快適にし，また企業の生産活動を効率的にするための手段と考えられるから，都市施設の合理的な整備とは何かという疑問は，都市地域における社会現象との結びつきを考慮することなしでは答えられない性質のものであるといえよう。

そこで都市施設計画を合理化するためには，都市施設と都市の社会現象との関係を明示することが必要不可欠となり，またこれらの関係を操作可能なモデル体系として把握する必要がある。操作的なモデルを提起することによって，都市施設計画の矛盾を発見し，また合理的な代替案の探策を実践に移すことが可能になると思われる。

本研究の目的は，都市施設と都市の社会現象との関係を操作的なモデル体系のシステムとして表現することであり，また本研究が今後の都市施設計画のシステム化に関する研究の基盤となることである。

第2節 本研究の立場

都市施設と都市における社会現象との関係をモデル化するに際し，次のような疑問が生じる[1)]。

ⅰ）社会現象という人間の価値観が反映された現象を研究対象として，そこに究極的な１つの因果関係を追求することが可能であろうか。

ⅱ）あるいはどのようにすればそれが可能になるであろうか。

ⅲ）たとえ抽象的にそれが可能であるという前提に立っても，都市施設に深い関係のある社会現象を，具体的に操作可能なモデルに体系づけることが可能であろうか。

ⅳ）ある社会現象を成立させているいろいろな条件を完全に満たしながら，それをモデル化することがどうすれば可能になるであろうか。

上記の一連の疑問が本研究のモチーフであり，またテーマである。これらに明快な解答を与えることは，非常に困難であると思われる。したがって，社会現象と都市施設との関係をモデル体系としてシステム化することが可能か否かを議論することは無意味であり，むしろ各研究者が主観的な判断によってどちらかの立場を選択すべきであろう。不可能であるという立場の研究者は，その立場に基づいて都市施設計画の合理化のために何をすべきかを自問し，そこから研究を進めるであろうし，また可能であるとするものは，同様に自問し，研究を進めるであろう。そして，どちらの立場にあっても都市施設計画の合理化という課題に対し重要な役割を持つと思われるが，その正否については，今後の判定を待つより他にないだろう。

本研究は，原則として社会現象のすべてをモデル化することはできないという立場に立つものである。しかし，社会現象の中にはモデル化の可能な部分もあると思われる。そして，この可能な部分だけをモデル化することによって，都市施設計画の合理化を計ることを意図する。換言すれば，かりに都市施設に関係する社会現象の中に，システムとして把握され得ないものがたくさん存在していても，可能な限り社会現象をシステムモデルとして表現することによって，より合理的な都市施設計画を策定することができるということである。これが本研究の基本的な立場である。

第３節　本研究の内容

本研究では，先に述べた研究目的を達成するために，次の内容の研究を行なう。

まず第２章において，都市施設の計画システムを概説する。計画システムを評価システム，現象システム，意志決定システムの３つのサブシステムに分け，このうち評価システムと現象システムとを考察の対象として，それぞれの特徴を述べる。そして，それぞれのシステムの計画システムの中での位置づけを明らかにし，本論を展開するのに必要な概念を定義する。さらに，ここでの２つのサブシステムの概念規定を前提にして，第３章で評価システムを，また第４章で現象システムをさらに詳しく考察する。

第３章では，都市施設に対する住民や企業の評価を分析する。まず最初に，施設に対する個人あるいは集団の評価を確率的に把握し，これを一般的なモデルとして表わす。そして，この一般的モデルを次の３つの対象に適用し，モデルの実用性を検討するとともに，合わせて，それらの対象に対する評価を分析する。ここに３つの対象に対する評価とは，住環境に対する世帯の評価，生活環境に対する住民の評価およびＣＢＤに対する事務所の評価である。そして最後に，適用結果をとりまとめ，評価モデルの意義について考察するとともに，今後に残された課題を指摘する。

第４章では，都市施設とそれに関係の深い社会現象との関係をモデル化する方法論について考察する。まず最初に，社会現象に対する従来の分析方法について考察し，これを都市施設と社会現象とのマクロな関係の分析手法に応用する場合の問題点を明らかにする。そして，この問題点を軽減するために，新たに，都市施設と社会現象との関係をモデル化する一般的な方法論を提案し，さらに都市施設計画にとって重要な社会現象について実証的に考察する。ここにとりあげる社会現象は，人口分布，市街化現象，土地利用，住宅分布である。そして，これらの分析結果より，本論の方法論の意義と問題点についてまとめることとする。

さて都市施設の計画システムは原則として，評価システム，現象システム，意志

決定システムの3つのサブシステムが明示されるまでは完成しないと考えられる。しかし，本論では意志決定システムの考察が欠けており，都市施設の総合的な計画システムを提案することはできない。そこで第3章と第4章における評価システムと現象システムの分析結果をもとにして，第5章において，部分的な計画モデルを提案し，これらの分析結果の計画システムの中での位置づけを明らかにする。まず第3章の生活環境の評価モデルの分析結果を応用して，生活環境施設の配置計画のモデルを提案し，そのモデルの解法を明らかにする。さらに，第4章における市街化モデルの分析結果を応用して，広域的な都市施設の配置計画のモデルを提案する。

そして最後に第6章では本論の研究成果をとりまとめ，都市施設計画における意義にふれ，また，残された課題について述べることとする。

第2章　都市施設計画のサブシステムに関する考察[2)]

第1節　緒　　言

都市問題を解決することは，現代都市社会にとって実践的・対症的な緊急の課題であることはいうまでもない。しかし，その実践を支えなくてはならないはずの科学的な理論構成や法則的知識の体系化は，今のところまだその途上にあると言わざるを得ない。その結果として，本来の都市施設計画は包括的（comprehensive）な人間と社会，経済，自然とを含む学際的（interdisciplinary)な科学であるはずにもかかわらず，有機的な連関を欠いた多くの事例研究がみられる[3)]。これらの事例研究の多くは，対象をある程度小さく限定して，それ以外をすべて与件とするか，あるいは無視することによって現象を定義し，これをモデルによって表現している。それと同時に，研究者の主観的判断によって評価基準を設定して計画を行なっている。こうして都市施設計画に関する研究は，その体系化の必要性と，それとある面においては矛盾するかもしれない都市問題の解決の緊急性といった２つの要請に直面していると考えられる。

現在早急な解決を待たれている都市問題がどれほど多くあるかはここに列挙するまでもない。もう1つの課題である都市施設計画の体系化はなぜ遅れているのであろうか。その主要な原因は計画目的の抽象性，すなわち「公共福祉の増進」にあると言われている[4)]。事実，この便利な言葉に対する解釈は人により，立場によりさまざまに異なっている。そしてこの解釈の多様性と抽象性とが計画目的の内に含まれるべき要因の発見やその定量化を阻んでいる。そのために，当然の結果として計画システムの構築はきわめて困難となっている。

それでは，都市施設計画の評価基準の設定とその定量化は不可能であろうか。現在国家政策の目標としてＧＮＰに代わる修正ＧＮＰ，福祉指標，社会指標などといった新しい福祉全体の測度の必要性が，公害問題をきっかけとして強く叫ばれている。そして，A.C.ピグー以来の経済的福祉は，福祉全体と比例もしくは同方向に推移する[5)]という伝統的な仮説は急速に過去のものとなりつつあるように思われる。一方，都市社会学者が住民の福祉を示す指標の必要性を説いたのは，かなり以前であ

る。たとえば，R．Deweyは「都市社会学者は，都市のできごとのたんなる記述に終止してはならない。住んでいる人達の価値観，市民の要望に即応した地域開発を導くべき価値を発見する必要がある。」と述べている[6]。また，O．D．Duncanは住民福祉の諸側面の例として居住生活，交通の便，健康，公共安全，行政効果，教育，コミュニケーション，公共レクリエーション，小売店の分布，各種団体の存在形態などをあげている[7]。しかし，R．Deweyが価値の発見と呼んでいるように,Duncanの提示した福祉の諸側面や多くの事例計画の評価要因は因果連鎖をもった科学的方法による帰結ではなく，あくまでも主観的な提示にすぎない。価値を規定する要因を科学的に演繹することができない以上，われわれは要因を仮定する他ない。そして現在の科学知識はこうして仮定された要因の経験的な妥当性を統計的方法によって検討するという方法しか提供していないと思われる。あるいはまた，電子計算機の急速な発達が多変量解析の手法の応用分野を拡大している今日，価値を規定する要因の発見のために，この多変量解析は有効な手がかりを提供する可能性がある。いずれにしても，それは発見を容易にし，仮定を実証するにすぎないのであって，この要因を科学的に導き出すのでなく，われわれはこれを統計的に推測せざるを得ない。しかし，ここでやっかいなのは，都市住民が常に外部からの刺激を受けて，自らの経験を通じて，価値観が変化を続けていることである。それは現在，GNP至上主義から急変して公害の忌避に移行した世論の例を引くまでもなく，歴史的な1つの法則として明らかである。したがって，統計的に推測された価値は常に計画対象の内部にいる評価主体からのフィードバックによって修正され続けねばならない。

さて，この価値の推測方法は後に述べることにして，価値が近似的にでも推測されたなら都市施設計画の体系化は可能となるであろうか。まず推測された価値はおそらく1つのスカラー量に統合された変数，例えば，金額あるいは時間などと考えておくには，あまりにも都市施設計画の対象は広すぎる。われわれは少なくとも多次元のベクトルとしてのみ価値を規定する要因を定義しておいた方が安全である。したがって，推測された価値は都市施設計画システムがアウトプットするべき要因集合を与えていると考えるべきである。そこでつぎに，これらの要因集合と制御変数の間に存在する内生変数と外生変数の因果関係，すなわち現象システムを構築することによって，都市モデルが表現できるはずである。都市モデルは多くのサブモ

デルから形成されており，われわれは現在，多くの部分的都市モデルに関する研究を知っている。これらの部分的都市モデルの乱立による混乱状態は，価値を形成する要因集合へのsequenceによって整理すべきであるし，また整理の途中でまだ不足している部分的都市モデルがあることを知ることができる。このような価値を形成する要因集合へのsequenceを判断基準として既存の部分的都市モデルを取捨選択し，また，今後開発すべき部分的都市モデルを考察する行為を，都市施設計画のシステムズ・アプローチと呼ぶことができる。そしてまた，システム工学的にこのシステムを考察すると，そこに信頼性の視点が導入されねばならない。都市モデルは部分的都市モデルによって形成されているが，それぞれの部分的都市モデルは必ずそのアウトプットに不確実性をともなっている。したがって，都市モデルは不確実性をもった要素によって構成されており，都市モデル全体としての信頼性を高めるためには，どのサブシステムの信頼性を高めることが最も効率的であるかを検討する必要もあるが，それ以前にまずサブシステムを系統づけて明らかにする必要があると考えられる。

本章では，これらのサブシステムのうち，とくに重要と思われる評価システムと現象システムの特徴について概説する。第2節で評価システムの特徴を述べ，その定義域について言及する。第3節では評価システムとの関係で現象システムの定義域について述べると共に，現象モデルを定義する。第4節では本章の内容をまとめ都市施設計画システムの対象とする範囲について考察し，また本論ではとりあげなかった重要なサブシステムの1つである意志決定システムに関して簡単に述べる。そして本章と第3章，第4章，第5章との関係を明らかにして結びとする。

第2節　評価システムの特徴

都市施設の計画に限らず，あらゆる計画は各計画案の便益（あるいは有効度）と費用とを計測し，それを用いて各計画案の望ましさの程度を評価し，それに基づいて，その計画案を採用すべきか否かを決定する行為であるといえよう。その際，使われるところの計画案の望ましさの程度を評価する尺度が評価基準と呼ばれる[8]。民間企業の場合の投資プロジェクトの収益性の評価基準は，明確であり，大別すると

利益率，利益額，回収期間などが用いられる。このような明確さは，民間企業が，利潤最大という1つの目的のもとに組織された集団であることを考えれば当然である。これに対し，公共部門の計画案の評価基準は，第1節でもふれたように「公共福祉の増進」という実に抽象的な概念にとどまっている。したがって，多様な解釈を許容するあいまいなものにすぎない。公共部門の意志決定は，事実上，行政機関によって行なわれるから，行政機関のもつ評価基準によって，計画案の採否が決定される。そして，行政機関は，当然，住民の意志を代理するものであるから，行政機関のもつ評価基準は，都市住民のもつ意志が反映されたものでなくてはならない。それゆえ，「福祉」の内容は，住民が福祉と感じるものでなければならないことは言うまでもない。しかも，第1節で述べたように，公共福祉が抽象的な概念にすぎない状態に放置されている間は，都市施設計画をシステム化しようとする行為はその出発点さえも見い出せ得ないと思われる。

さて，そこで都市住民の福祉について考察していく。都市施設は，一般に都市の不特定多数の住民にサービスを提供しているが，そのサービスを満足と感じるか，あるいは不満足と感じるかは住民によって違っていると思われる。たとえば人口1人当り5㎡の公園を整備したとしても，広い庭付きの家に住む人と狭いアパートに住む人とでは，同じ公園であってもそれに対する満足感は後者の方が大きい。つまり，その公園のサービスは，すべての住民に対して1人当り5㎡であっても，住民がそのサービスに対して抱く感情は人それぞれである。そして多くの都市住民がより高い満足感を抱くようにすることが福祉であると考えれば，福祉の程度は人により，そしてサービスの内容によって異なっているといえよう。したがって，福祉の程度とは個々の住民がそれぞれ固有の価値観に基づいて，提供されている都市施設のサービスから得る価値の大きさである。都市施設のサービスの量と質とはこの価値の大きさに影響を与えるが，サービスそれ自体は，あくまでそれを利用する住民がいて始めて価値を持ってくる。この点を考慮し，本論では以下住民が都市施設のサービスから得る価値の大きさを表わす尺度をその住民のその施設に対する効用と定義する。その場合明らかに効用は人によってその構造を異にしている。

一方，都市の特徴の1つは，そこに住む人達の異質性（heterogeneity）にあるとR. Deweyは指摘している[9] 原則としてこのように異質な価値観を持つ多数の住

民の効用を明らかにすることが必要である。しかし個々の住民それぞれに対して，効用の尺度を与える効用関数を仮定することは，不可能であるし，また，本論が究極の目的とする計画システムの不確実性を考えれば，非効率的である。現実的にはシステム全体の信頼性を効果的に高めるために，都市住民をいくつかの層に分類することが必要とされる。この分類の基準としては，価値観すなわち限界効用の相違が考えられる。たとえば，住宅の効用を規定する要因については，単身者と家族世帯とで相違はなくても，一般に前者は都心へのアクセシビリティを重視しているが後者は住宅の広さや周囲の環境を重視している。[10] このように，各住民が，現在置かれている状態，個人的特性によって，たとえ同じ施設に対する効用でも，それを規定する要因の重要性は異なる。個人あるいは世帯によって，原則として要因の重要さはすべて異なっているが，これをシステム全体の信頼性とシステムの操作性とを考慮して層化する必要がある。なぜなら，効用を規定する各要因の重要度や効用関数の推定が各個人について，たとえ可能と仮定したとしても，膨大な不確実性と計算技術上の諸問題が発生するであろうし，また，それはシステムにとって，最も重要な操作性をほとんど無にしてしまうであろう。しかし，一方において，科学がどれほど進歩したとしても，層化するための分類基準としてのそれぞれの個人の価値観の類似性や異質性についての先験的知識を得ることはできない。このことは，計画システムが将来における層化を予見しえないことを意味する。したがって，理想としては，層化が個人の価値観のタイプによって分類されることが望ましい。しかし，計画システムが将来においてなお有効性を保持するために，予見し得る変数をもって，層化の分類基準とする必要がある。個人の価値観は，その個人のこれまでのさまざまな経験や学習，その他多くの事柄に起因するものであるが，もしそれらの事柄の中から予見し得る変数を探すとすれば，それは個人のデモグラフィックな特性であるといえる。すなわち，年齢，性別，所得，学歴，職業，家族数などの属性によって層を構成し，その後に，各層の効用に関する仮説を設けることが，システムの信頼性と操作性のために，最も有効であると考えられる。層化の基準は「それぞれの層の間では，効用関数が異なり，かつ同じ層に属する個人の間では効用関数が等しい。」ということである。この基準が現実の層化によってどれだけ再現されたかという精度はシステム全体の信頼性に影響を与えるが，システム全体

のなかで，この層化に起因する不確実性はおそらくシステム全体に不確実性を生じさせる大きな原因の一つとなると思われる。それだけに層化においては，広く都市社会学的な分析と調査が必要である。

ここでは n 個の層に都市住民を分類できたとしておく。都市の特徴は異質な住民の集合した場であると同時に，異質な活動の混在した場でもある。都市は生産の場であると同時に消費の場でもある。さらに詳しく分ければ，住み，買物をし，通勤し，働き，遊び，………等多種類の活動の場である。そしてこれらの活動を行なううえで，住民は満足感や不満足感を得ているが，そのときの住民の効用は活動の種類によって次元を異にしていると考えられる。たとえば働くときに得る効用と遊ぶときに得る効用とを単純に比較することはできない。したがって，効用はこういった活動の種類によっても区別される必要がある。しかし，それでは都市における活動をどのように分類するかという問題が生じる。層化の箇所で述べたのと同様に，あらゆる活動を詳しく列挙するとシステム全体として非効率的になるであろうし，また大きな分類にするとそれぞれの活動における効用を推定する際，その信頼性は低下すると思われる。したがって，活動の分類を合理的に行なうことは難しい。

昭和４７年３月に実施された国民選好度調査では，国民の要求を把握し，国民の福祉水準を表わすべき指標を探策することを目的として，ＯＥＣＤの National Goal に関する各国の研究事例などを参考として，次の項目をあげている。[11)]

①自然環境，②社会施設，③収入，④住宅，⑤生活環境（個人），⑥仕事，⑦余暇，⑧教育，⑨生活全般

この調査では，その目的が日本人の満足度を探ることであるため本論の目的より広く，本論の目的からすれば，これら９項目の中には不必要なものもあると思われる。本論は都市施設計画のシステム化を目的として，都市住民の効用と施設との関係を明らかにすることであるから，これらのうち都市住民と都市施設の両方に関係のある項目を採用すればよいと思われる。この調査を参考にして，第３章で都市活動のいくつかの側面について効用を実証的に考察する。ここでは，いまこれらの活動が m 種類に分類されているとして先に進むことにする。

こうして結局，都市住民の効用は層と活動との組合せによって区別され，層 i の活動 j における効用を U_{ij} とすると，都市の全住民があらゆる活動において，都市施

設から享受している福祉の全体像は 式(2・2・1)の行列$\boldsymbol{U}$で表わされる。

$$\boldsymbol{U} = \begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} & \cdots\cdots & U_{1m} \\ U_{21} & U_{22} & \cdots\cdots & U_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots\cdots & \cdots \\ U_{n1} & U_{n2} & \cdots\cdots & U_{nm} \end{pmatrix} \qquad (2\cdot2\cdot1)$$

本章の目的とする評価システムは，この行列$\boldsymbol{U}$をアウトプットするためのシステムであると言える。この行列$\boldsymbol{U}$の行ベクトルは，ある一つの層のあらゆる活動における効用を要素とするベクトルである。いわゆる老人対策とか青少年対策といった社会問題の把握は，この行ベクトルに対する問題意識を動機とするものであるといえる。また，行列$\boldsymbol{U}$の列ベクトルは，ある一つの活動に対するあらゆる層の効用を要素とするベクトルである。現在のほとんどのPhysical Planningは，この行動側面からの問題意識を動機とするものである。たとえば，通勤交通施設計画，住宅計画，道路計画などは，いずれも通勤する，住む，自動車を運転するといった活動における効用の程度を問題とする計画である。この活動側面からみた効用は，層によって高低があり，層間の効用の格差が社会問題として認識されることが多い。それが最も顕著に露呈しているのが住宅政策であろう。現行の公営住宅，公団住宅は，中流以下の世帯の住宅需要に対して，安価な住宅を供給することが当初の趣旨であった。しかし公団住宅の家賃が独立採算の原則によって決められているため地価の上昇に伴い公団住宅の家賃は，近年急速に高騰し，中流以下の世帯にとって高嶺の花となりつつある。このように住宅政策の効果は，世帯の所得水準によって異なり，住宅政策においては世帯に対して適切な層化を施すことが，まず第一義的に必要な条件であると思われる。

さて，効用U_{ij}を要素とする行列$\boldsymbol{U}$をアウトプットするためには，U_{ij}のfact findingがまず必要である。いまU_{ij}がk個の要因，x_{ij1}，x_{ij2}，………，x_{ijk}の関数であるとすると，次式

$$U_{ij} = U_{ij}(x_{ij1}, x_{ij2}, \cdots\cdots, x_{ijk}) \qquad (2\cdot2\cdot2)$$

で表わされる。しかし，層iに属する個体が，活動jを行なった結果として享受す

る効用U_{ij}を規定している要因を，それぞれの個体が explicit に認識しているとは断定できない。そこでわれわれは，まず意識調査などによってU_{ij}を規定する要因を発見し，それに基づいて仮説を設け，その仮説を再び意識調査などによって実証する必要がある。従来，この関数を推定する若干の研究がある。その方法はある活動に対する満足感を段階的に分類して意識調査を行ない，それぞれの満足水準と要因との間の関数関係を統計的に推定する方法である[12]。また，住民の行動が第4章第2節で述べる最適基準の原理によって，つまり効用を極大化することを目的として行なわれているのであれば，住民の行動結果には，彼らの効用の構造が implicit に含まれているはずであり，行動結果から逆にさかのぼって，彼らがその行動を決定する基準とした効用関数を推定することが可能であるかもしれない。また次のことをここで述べておく必要がある。社会的統計が漸時整備されるにつれて，また推測統計学や計量社会学のめざましい進歩に促されて先述の定義による効用関数の数量化はより精度を高めることが可能であろう。しかし，現在最も希求されるのは，仮説を検証するための社会的統計の整備であるといえよう。自然科学における実験の厳密さに比較して，利用できる社会的資料が不備であり，仮説の検証の際，仮説が誤まっているのか，資料が不正確なのか判断に苦しんだ経験をもつ研究者は少なくない。こういった状態を打開するためには，行列$\boldsymbol{U}$のフレームとそれぞれのU_{ij}を規定している要因が提示されなくてはならない。当然，これらの提示は，調査を経て，実証的に検証され，再びその提示へとフィードバックされる必要がある。第2章第3節，第4節，第5節で若干の活動側面における要因を提示する。

さて，効用U_{ij}を規定する要因の集合を$\boldsymbol{X}_{ij}=\{x_{ijk}\}$とすると，
効用の集合$\boldsymbol{U}$を規定する要因の集合$\boldsymbol{X}$は，それらの和集合として式(2・2・3)で表わされる。

$$\boldsymbol{X}=\boldsymbol{X}_{11}\cup\boldsymbol{X}_{12}\cup\cdots\cdots\cup\boldsymbol{X}_{nm} \qquad (2\cdot2\cdot3)$$

この$\boldsymbol{X}$が評価システムの定義域である。そして層および活動の種類をそれぞれ適当な有限個に分類することができれば$\boldsymbol{X}$は当然有限個の要因から成る。こうして膨大な都市現象から研究対象として有限個の要因を限定することができると思われる。

以上の考察に基づいて，都市施設計画の評価システムの特徴を次のようにまとめることができる。まず評価システムの値域は効用行列によって表わされる。この行列の各要素は層と行動の組み合わせによって分類される。これらの効用を規定する要因の集合が評価システムの定義域である。評価モデルとはこの定義域から値域へ写像する関数モデルである。

この評価システムに関する具体的な考察は第３章で行ない，次節では現象システムの特徴について考察する。

第３節　現象システムの特徴

現象システムの値域は評価システムの定義域$\boldsymbol{X}$である。この値域$\boldsymbol{X}$内に含まれる要因を x_i とおくと，$x_i \in \boldsymbol{X}$ である。このx_iの状態が要因ベクトル $\boldsymbol{Z}_i$ の関数として式（２・３・１）で表わせるとする。

$$x_i = f(\boldsymbol{Z}_i) \quad (2\cdot3\cdot1)$$

そして$\boldsymbol{Z}_i$の集合を$\boldsymbol{Z}$で表わすことにすれば，$\boldsymbol{Z}$は評価システムの定義域$\boldsymbol{X}$に含まれる要因を説明する要因の集合であり，$\boldsymbol{X} \subset \boldsymbol{Z}$である。この集合$\boldsymbol{Z}$から集合$\boldsymbol{X}$へ写像する関数は現象に含まれる要因の相互関係を表わしており，この関数関係の集合を現象モデルと定義する。現象システムに含まれる要因は集合$\boldsymbol{Z}$の内部にあるから，この$\boldsymbol{Z}$を現象システムの定義域と呼ぶことができる。こうしてたとえばある住民の生活環境に対する効用を規定する要因の中に近隣住区内の交通量が含まれているとすれば，この交通量という要因は評価システムの定義域に含まれる。そして評価システムの定義域は現象システムの値域に一致するから，この交通量という要因は現象システムの値域に含まれる。さらにこの交通量が要因Z_1，Z_2，Z_3によって式（２・３・１）の形で表わされるとすれば，この時，要因Z_1，Z_2，Z_3は現象システムの定義域に含まれ，またこの関数関係は現象モデルの中に含まれる。したがって評価システムの定義域$\boldsymbol{X}$が有限個の要因の集合であるとき，それぞれの要因x_iを有限個の要因Z_1，Z_2，………，によって説明できる現象モデルを推定することができれば，現象システムの定義域$\boldsymbol{Z}$も有限個の要因の集合となる。このように都市にお

ける「限りなく豊かな現象の限りある部分だけが有意義である[13]」という前提によってはじめて，現象はシステムにとって論理的な意味をもつことができると考えられる。

そして評価システムの研究がそれ程進んでいない現在では，評価システムの定義域，すなわち現象システムの値域$\boldsymbol{X}$の内部に，どのような要因が，どれ程の重要さをもって含まれているかを早急に明らかにすることは困難である。したがって現象システムを評価システムと平行して開発していくためには，$\boldsymbol{X}$に含まれている重要な要因を推測して，その要因を説明できる要因群を発見し，その間の因果関係をより高い精度で表現できる関数関係を見い出すことが急務であると思われる。しかしその因果関係をたとえば式（2・3・1）のように関数関係として高い精度で表現できたとしても現象モデルとしては不十分である。それはここで扱う現象の大部分が社会現象であるため，現象の変化に住民や企業の意志が関係しているためである。自然科学においては自然現象の法則を定式化できれば，その方程式がそのまま客観的な真理であるといえるが，都市現象にみられる因果関係を定式化できたとしても，その因果関係に住民や企業の意志が介在しているのであるから，その意志が変わればその因果関係は別のものになると思われる。いまかりに住宅のスプロール現象が住民が安くて広い土地を選好するために生じているとし，そのスプロール現象を十分な精度で表現できる方程式を開発することができたとする。そしてもし将来住民が広さよりも都心への近さをより選好しはじめたとすると，その方程式は新たな住宅立地現象をまったく説明することはできなくなるであろう。この場合，住民の選好がいつ，どのように変化するかを予測することはきわめて困難である。したがって将来にわたって普遍的な現象モデルを開発することは現在のところほとんど不可能と思われる。そこで本論では現象モデルはつぎのような形式をとるのが望ましいと考える。先の例で言えば，まず住民の住宅立地に対する選好関数を明らかにする。これはいわば住民が住宅を選択する場合の目的関数である。そして住民はこの目的をより十分に達成しようとして住宅を選択すると考えられるから，この最適化行動を方程式によって表わす。そうすれば，この方程式に選好関数を加えて住民の住宅選択行動を記述することができるはずである。さらにこの行動を都市全体として把握すればスプロール現象を説明できると思われる。より一般的に考えると，まず現象を変化させ

ている主体を明示し，その主体の選好関数と最適化行動を定式化することである。この方法によっても現象モデルを普遍的にすることはできないが，将来，変化するのは主に選好関数であると思われるから，他の方程式に大きな普遍性を持たせることが可能となると思われる。

このように都市現象をモデル化する場合には，まず現象を変える主体を明らかにすることが必要であると考えられるが，ここではこの主体を行動主体と呼ぶことにする。都市には多数の行動主体がいるが，それらを大別すると家計と企業および公共体に分けられる[14)]。

これらの行動主体は自己の目的を最大限に達成するように行動していると考えられる。しかし多数の行動主体が複雑に絡み合っている都市社会では，自己の目的を最大限に達成しようとする他の多くの行動主体が存在しており，互いに作用を及ぼし合っている。したがって現象システムは多数の行動主体とその行動目的，さらにそれらの相互作用とによって表わす必要がある。

また本論ではこの現象システムを都市施設計画システムの中のサブシステムとして位置づけているのであるから，現象システムの定義域$\boldsymbol{Z}$の中には制御可能な要因が含まれている必要がある。先の例でいえば，道路網が住民の選好関数に含まれる１つの要因であったとすれば，道路網の整備によって住民の住宅選択を制御することができる。そして住宅の分布が評価システムの定義域に含まれている要因であるとすれば，住宅選択を制御することによって効用行列$\boldsymbol{U}$を変えることができる。このように現象システムはより望ましい効用を住民が享受できるように現象を誘導するための手段であるといえる。

また，たとえば公園は住民が快適な都市生活を行なうために重要な施設であり，この公園の位置と広さという要因は当然評価システムの定義域$\boldsymbol{X}$に含まれている。そして公園の位置と広さとは明らかに公共主体の制御変数である。このように定義域$\boldsymbol{X}$の要因が直接制御可能である場合には，現象システムによる誘導は不用であり，公共主体は住民の効用を最適化できるように要因を計画すればよい。そしてこの場合の現象システムの役割は，公園の位置と広さとを計画したとき各代替案による波及効果を予測することである。

このように現象システムは現象を望ましい方向に誘導するための手段としての役

割と，現象変化を予測するための手段としての役割とをもっていることになる。

第4節　結　　語

本章では都市施設計画システムを構成する主要なサブシステムとして評価システムと現象システムの特徴を概説した。この考察によって，都市施設計画システムの範囲は図（2・4・1）のように表現される。

第2節では評価システムの特徴について概説した。その要点をまとめるとつぎのようになる。評価システムを開発するためには，都市にいる多種多様な評価主体を有限個の層に分類する必要がある。また評価主体が都市施設から受けている価値の大きさを表わす指数を効用と定義すると，この効用は評価主体の活動の種類によって尺度が異なる。したがって効用は層と活動の2次元によって分類され，都市全体の福祉の程度は効用行列として表わすことができる。さらにこの効用行列を規定している要因の集合Xによって，評価システムの定義域とみなすことができる。また定義域Xに含まれている要因から，効用へと写像する関数モデルを評価モデルと定義する。第3章ではここに概説した評価システムについて詳しく考察する。まず第3章第2節で評価モデルを理論的に展開し，また観測資料から評価モデルを推定する方法を明らかにする。さらに，活動の種類として生活空間の機能による分類を行ない，公共空間，個人空間，生産空間の3つに分類する。そして第3章第3節では個人空間の例として住環境を対象とし，第3章第4節では公共空間の例として生活環境を対象とし，第3章第5節では生産空間の例としてＣＢＤを対象とし，第2節の理論

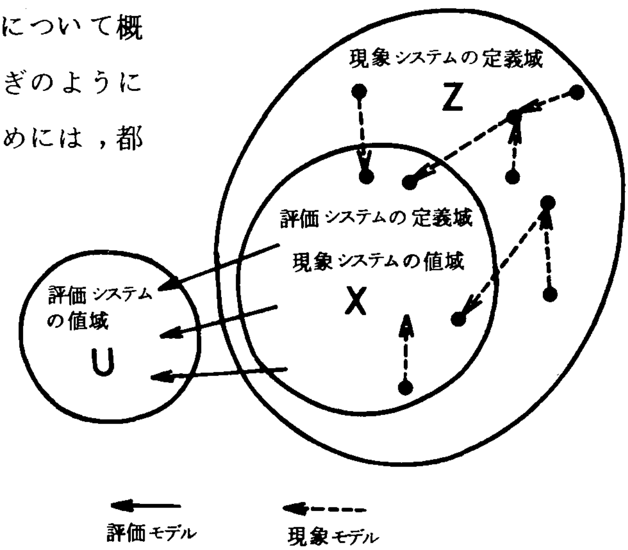


図 2・4 1　都市施設計画の範囲

をそれぞれ実証的に考察する。

第3節では現象システムの特徴を概説した。その要点をまとめるとつぎのようになる。まず評価システムの定義域$\boldsymbol{X}$に含まれる要因が現象モデルの被説明変数である。そして現象モデルの説明変数の集合が現象モデルの定義域$\boldsymbol{Z}$である。明らかにこれら2つの定義域の間には$\boldsymbol{X} \subset \boldsymbol{Z}$の関係がある。現象モデルを開発する場合にはその現象の内にいる行動主体とその選好関数とを明らかにしておくことが望ましい。第4章では現象システムについてさらに詳しく考察する。まず第4章第2節で行動主体とその選好関数とを明示した現象モデルの理論とこれを観測資料から推定する方法を明らかにする。現象モデルを開発する前提として，現象システムの値域すなわち評価システムの定義域$\boldsymbol{X}$が明らかにされていなければならないが，本論の評価システムはまだ多くの問題が残っているため，都市施設計画にとって比較的重要と思われる現象だけを現象システムの値域に含める。そして，現象モデルの被説明変数として，人口分布，市街化率，用途別土地利用，および住宅分布とを仮定し，これらについて，のちに第4章第3節，第4節，第5節，第6節でそれぞれ実証的に考察する。

本章で概説した評価システムと現象システムの他に，重要なサブシステムとして意志決定システムが残っているが，この意志決定システムを客観的に扱うことは非常に難しく，今後の研究課題としたい。ただ意志決定システムについてつぎのことを述べることができる。都市施設計画の意志決定の基準はその計画案が効用行列の内容をどれ程高めたかということと，その計画案に必要な費用との相対的な比較によると思われる。しかしこれら効用と費用とをどのように組み合わせるかについて客観的な方法を見い出すことは困難である。ただ先述の効用を意志決定のための情報として用いるとき，少なくとも客観性を失うことなくつぎのことをいえる。

(i) すべての効用U_{ij} ($i = 1, 2, \cdots\cdots, n$; $j = 1, 2, \cdots\cdots, m$) は大きい程望ましい。

(ii) すべての効用U_{ij} ($i = 1, 2, \cdots\cdots, n$; $j = 1, 2, \cdots\cdots, m$) はある基準となる大きさを下まわらないことが望ましい。

(iii) 各層に属する評価主体の数や，各活動による重要性の違いが考慮されなくてはならない。

意志決定システムについては，前述のように客観的な展開が困難であるが，本論では意志決定の評価基準を仮定して，生活環境施設を対象とした計画モデルを第5章第2節，第3節で考察し，広域的な都市施設を対象とした計画モデルを第5章第4節で考察することとする。

第3章　都市施設の評価に関する研究

第1節　緒　　言

都市施設計画の目指す一般的な目的が，厚生経済学のそれと同じように，都市住民の欲望の満足であると仮定するならば，そしてまた個人の欲望の満足を効用の極大化であると仮定するならば，都市施設計画の目指す目的自体もエッヂワースの名付けたような普遍的効用の極大化と考えることができる。[15] さらにまた普遍的効用の何らかの測度を発見できると仮定するならば，その時はじめて，都市施設計画は普遍的目的を持つことができる。言いかえると，都市施設計画に普遍的目的が存在するためには，こういった多くの仮定がすべて真であることが証明されなくてはならない。しかし明らかにわれわれはこれらの仮定の真偽を立証する科学的方法を持っていない。したがって都市施設計画に普遍的目的が存在するか否かについての疑問に対して，科学的方法によって答えることはできない。そしてこれまでの厚生経済学の理論展開を見るまでもなく，われわれは主観的にこれらの仮定が真であるとはいえないと感じている。このため都市施設計画の代替案が合目的的であるか否かについて，これを判断する評価基準に絶対性が存在しないことになり，代替案の選好順序は何を目的と考えるかということによって違ってくる。

新都市計画法[16]はその第1条において，「都市の健全な発展と秩序ある整備を図り，もって国土の均衡ある発展と公共の福祉の増進に寄与すること」を都市計画の目的としている。さらにその第4条において，都市計画とはこの目的を達成するための「土地利用，都市施設の整備及び市街地開発事業に関する計画」であると定義している。ゆえに都市施設計画は都市計画に包含され，その目的は第1条に準じることになる。

つまり，理論的には都市施設計画に普遍的目的は存在しないが，現実的には都市計画法第1条にその目的は明記されている。しかしこのことは矛盾ではない。普遍的目的が存在しないのは，端的に言って立場により，時代によりそれが変化しないということを証明できないからであるが，後者の現実的な条文は，一時代の立法機関の主張する目的にすぎない。そしてこの条文は都市施設計画の目的として，現代

社会で広く同意を受けていると思われる。しかしながら，この目的が多数の人々によって支持されていると感じられることは，逆に言えばこの目的があまりに包括的で抽象的であるということでもある。条文に言う「健全な発展」，「秩序ある整備」「均衡ある発展」，「公共の福祉」等々をさらに具体的施設と結びつけて考えるとき，その解釈は決して一義的であるとは思われない。そしてまさにこの解釈の多様性こそ，都市施設計画が首尾一貫性を欠き，都市問題を招来する1つの原因となっているものだと思われる。

本章の目的は，現代都市社会にとって，都市施設計画の目的の解釈にどのようなものがあるかを，具体的施設と結びつけて分析することである。現代都市社会が都市施設をどのように評価しているかを分析することによって，都市施設計画の目的としてどのようなものがあり得るかを知ることができる。したがって，この分析の方法と結果とは，都市施設計画の意志決定にとって重要な情報を提供できると考える。

まず第2節では都市施設に対する評価モデルを一般的に展開していき，かつこのモデルを現実の調査資料から推定する方法論を提案する。またこの評価モデルを実証的に考察するために，対象とする施設や評価する主体を限定する必要がある。ここではまず都市における生活空間をつぎのように分類する[17]。

(i) 公共空間：自治体セクター（市役所，公民館），市民施設（学校，病院，公園など），都市基盤（生活道路，上下水道，光熱など），基幹交通（幹線道路，鉄道など），情報機構（電話，郵便，マスコミなど），流通機構（商店，銀行など）

(ii) 個人空間：住宅

(iii) 生産空間：企業

この分類に基づいて，第3節では個人空間としての住環境に対する世帯の評価モデル，第4節では公共空間の例として生活環境に対する住民の評価モデル，および第5節では生産空間の例としてＣＢＤに対する事務所の評価モデルをそれぞれ実証的に考察することにする。そして第6節では本章全体のまとめと今後の問題について述べる。

第２節　評価モデルの理論的研究

(1) 概　説

都市施設はその必要に応じて都市計画によって定められる。現行都市計画法はその第１１条において都市施設を限定列挙しているが，その大部分は公共施設あるいは主に公共施設として利用されるものである。都市施設の大部分が公共財であるということは，都市施設の評価につぎの２つの特徴を与える。

１つは市場がないことである。私的財の場合には市場が形成されて，消費者が限界単位の財に対して支払ってもよいと思っている価格と，生産者の限界生産費とが等しくなる点で資源配分が最適になることが知られている。[18] しかし公共財の場合には，かりに都市住民がある都市施設を利用するためにある程度の支払いをしてもよいと思っていたとしても，その都市施設が供給されれば，その額を表明することなく利用することができる。したがって，私的財のように価格機構を通じて，公共財の価値を客観的に測定することはできない。このため都市施設の供給者はその施設の客観的な価値を知ることができない。

他の１つは行政機関が供給者であることである。より具体的に言えば，地方公共団体が都市住民の代理として，都市住民のために都市施設を供給する。もちろん都市施設の種類によっては国家が供給者である場合もあるが，ここでは地方公共団体を供給者と考えることにする。

さて，地方公共団体が都市施設を計画する場合の評価基準として何を採用するかは難しい問題である。しかし評価基準がどのような形態をとるかにかかわらず評価基準を構成する主要な尺度はその施設の生産費（コスト）とその施設の客観的な価値であると考えてよいと思われる。そしてこれらコストと価値とをどのように位置づけて評価基準を構成するかは，原則として都市住民の合意を得られるものでなくてはならない。一方都市施設の価値の客観的な尺度としての市場価格が存在しないのであるから，その尺度は都市住民の価値意識の中に根拠を求めて決めるより他に方法はない。こうして都市施設の整備という物的なものと，住民意識という質的なものとを結ぶことのできる理論の必要性が生じる。

都市住民の都市施設への欲求を需要とみなせば，地方公共団体による都市施設

の整備を供給とみなすことができる。そしてもしこの需要と供給との間に市場があれば，これら両者の相対的関係によって価格が変化するが，市場がないため変化するのは価格ではなく，その価格の背後にある住民意識であると考えられる。すなわち，もし需要よりも供給が大であれば住民意識の内に満足感が生まれ，逆に需要が供給を超過していれば，不満足感が生まれる。そして現在の大都市地域では慢性的に需要が供給を超えており，住民意識の内に蓄積された不満は大きいと思われる。

そして先述の物的なものと質的なものとを結ぶ理論とは，これら需要と供給の相対的関係が都市住民の意識内に不満を蓄積させていく過程を明示できる理論といえる。本節の目的はこの過程を一般的に展開し，これを統計的方法によって推定する根拠を明らかにすることである。

(2) 評価モデルの概念規定

評価モデルを展開する準備として，ここではモデルに含まれる概念を定義して，本節の基本的な考え方を明らかにしておく。

都市には多種多様な価値観をもった住民や企業がいる。ここではこれらそれぞれの住民や企業を個体と呼ぶことにする。いうまでもなく，都市施設はこれらの不特定多数の個体を対象として計画される。そこでこの個体の集合が都市施設をどのように評価しているかを明らかにすることによって始めて都市施設計画のための情報としての意義が生じる。都市施設は，道路，公園，下水道等当該都市における個体の活動にあたって必要不可欠の基本的施設であり，当該都市構築の骨格をなすものである。個体の都市的活動はこれら都市施設の整備水準に大きく影響されている。したがって個体が満足すべき状態で都市活動を行なうことが可能か否かは，これら都市施設すべての整備水準に依存している。そこで個体が都市施設の整備水準を総合的に評価して感じる満足の程度を示す尺度を評価値と定義する。この評価値はその個体にとって，都市施設の整備状態の良否または無差別の順序づけを表わす指数である。これに対していわゆる社会的厚生関数とは社会の厚生を示す序数的な指数であり，すべての効用水準の関数である[19]とされているが，この関数の特殊化のためには個人の効用の可測性と，「異なった個人間の効用比較」の可能性とを前提としなければならない。[20]このため社会的厚生関数そのものの形態規定は科学的方法によるのではなく，その社会の政策当局によって，何らかの政治的手続きを通じて行

なわれるものと考えなければならない。もし社会的厚生関数が存在し，かつこれを科学的方法によって導くことが可能であれば，都市施設計画に限ることなく広く社会的・経済的な分野での意志決定を合理的に体系化することができる。しかしそれを客観的方法によって導くことができないのであるから，われわれに残された課題は，社会的厚生関数に関する意志決定を政治的手続きに委ねる前の段階で，社会的厚生に関して，できるだけ科学的方法によって分析しておくことであろう。そして都市施設計画の目的に関しても同じことがいえる。都市施設計画の目的の設定や，あるいは目的関数という型で表現する場合の関数型等は政治的手続きによって決定される性格のものであって，科学的方法はその前の段階までの分析にのみ用いることができる。しかし，これらの客観的な分析結果を基礎にして，目的の内容や目的関数を提案することは，政治的手続きによる決定の場に1つのたたき台を与えることになり有意義であると思われる。そこで第5章においては第3章での分析結果を基に，1つの目的関数を提案して，計画モデルを考察する。また社会的厚生とは広く社会の経済状態に対する評価であるが，本論ではその経済状態のうち，都市施設が直接・間接に関係している状態のみを評価の対象とする。さてこのような基本的立場から，まずつぎのような方法をとる。唯一の社会的厚生関数の存在については考察しない。個体の価値観は原則として異なっており，1つの刺激に対する反応は個体の集合の中では分布している。したがってこの場合の評価は確率的な分析が適当であると考える。この集合に含まれるすべての要素としての個体の状態をすべて記述することは技術的にまず不可能であるし，また情報としての信頼性は小さくなると思われる。また集合の平均的な意識の状態を記述するだけでは，情報としての価値は小さい。そこで，情報としての信頼性と価値とを最大にするためには，この集合を適当な部分集合に分け，それぞれの部分集合の平均的な意識の状態を記述することが必要となる。どのような基準によって，どれだけの部分集合に分類するかは，求めようとする情報を計画システム全体の中でどのように位置づけるかによって決まってくるものであって，先験的に部分集合が存在するものではない。この部分集合について次のことを言うことができる。「同一の部分集合に属する個体の間には評価の仕方に等質性が保たれ，相異なる部分集合に属する個体の間には異質性が存在する」。そ

してこの等質性と異質性の程度に許容される不信頼度は全体システムの効率性から決まるものである。この部分集合を階層と呼ぶ。階層区分の基準としての客観的指標にはたとえば次のものがある[21]。

1）職業上の地位：支配的地位にあるか，被支配的地位にあるかを区別して，役所であれば幹部職員か普通職員かなどの区別をする。　2）収入上の地位：都市社会では職業の種類はかならずしもその収入を判定する指標となっていない。したがって特定地域の平均生活水準を所得税または住民税等の指標によって中間階層を定め，それを中心として上下の区分をつくる。　3）文化教育程度：都市社会では教育程度の高低は社会階層を決定する1つの因子と考えられ，またそれは職業上の地位や収入ともある程度の相関関係をもつものである。　4）固定資産の有無：ふつう都市基盤をなすものとして建造物があげられるが，都市社会の租税負担能力の1つの指標として調査されている家屋および土地の評価額を階層区分の目標とする。これはあくまで1つの例にすぎないが，こうした階層区分の研究は都市社会学の分野から多くの示唆を得ることができると思われる。さてこのように階層を定義することによって，社会的厚生関数の問題であった個人の効用の可測性に対してつぎのように仮定する。都市施設の整備状態に対して，ある階層は統計的に有意な良否または無差別の順序づけを表わす1つの評価値をもっている。さらにここで言う順序づけとは，いわゆる合理性の公準[22]を意味しており，次の3つの命題によって説明できる。1）個人は状態AとBの組み合わせについて，自分自身がAよりもBを選好するか，BよりもAを選好するか，あるいはAとBについて無差別であるかを知っている。　2）状態AとBの組み合わせについて，これら3つの可能性のうち，ただ1つだけが成立する。　3）個人がAよりもBを選好し，BよりもCを選好するとき，その個人はAよりもCを選好する。したがって，統計的に有意な順序づけとは，すなわちこれら3つの命題が成立しない確率がある有意水準以下であることを意味する。明らかに統計的に有意な順序づけを与える評価値は一義的でない。したがって任意の関数型を規定して，それが有意であるか否かを判定すれば1つの評価値を推定することができる。以上が本章の効用の可測性に関する基本的な立場である。

さて評価値を都市施設の整備水準の諸状態に対して，当該する階層の賦与する

順序づけの指標であると定義したが，順序づけはその階層の「満足」という概念からみた順序であることをここで補足しておかねばならない。そして評価値と満足との関係を明らかにするために，さらに満足水準という概念を設け，これを次のように定義する。「ある階層に属する任意の個体は，都市施設の整備水準のある状態に賦与した評価値が，その個体のもつ満足水準より大であるとき，その状態に対して満足し，小であるとき満足しない。」これまでの定義より評価値と満足水準のディメンションは同一次元性[23]をもつことは必要であるが，そのディメンションは任意である。しかもこれら両者は個体の意識が満足か否かということに対してのみ意味をもつ。ゆえに評価値および満足水準の数値そのものは意味をもたず，それらの差のみが「満足」と係り合う。そこで評価値と満足水準との差を序数的評価値と定義しておく。

定義より序数的評価値は評価値と満足水準の差であり，かつ評価値と満足水準はともにすべての都市施設の整備水準の関数である。ゆえに序数的評価値はすべての都市施設の整備水準の関数となる。この関数を評価関数と定義する。

(3) 評 価 関 数[24]

ここでは複数個の都市施設を総合的に評価する場合の評価関数の特徴とその推定方法を述べる。すでに述べたように個体の集合を階層に区分するか，あるいはその必要がないかは評価対象によって異なるし，また全体システムの中での評価モデルの位置づけによっても異なる。しかし階層に区分する必要がない場合を，全体集合が１つの階層から構成されていると考えれば，階層に区分された場合に含むことができる。そこでここでは集合が有限個の階層に区分されているという前提のもとで，ある任意の階層の評価関数について考察する。階層とは既に定義したように同じ価値観をもつとみなされる個体の集合である。そしてこの定義から当然，同一の階層に属するすべての個体は等しい満足水準をもつとみなされ，また同一の順序づけを与える評価関数をもつとみなされる。もちろん同一の階層に属していても，それぞれの個体の直面している都市施設の整備水準の状態は異なる。したがって同一の順序づけを与える評価関数をもっているが，それぞれの個体が現在得ている評価値は，その個体が享受している都市施設の状態によって相異なる。さらに，ここでいう階層はあくまでなんらかの客観的指標によって，

各個体を分類したものにすぎないから，同一の階層に属する個体といえども，それぞれの満足水準には必然的に差異が存在する。このように階層化の基準の適否は，まず満足水準の唯一性に対する誤差として現われる。そしてより上位の計画システムの効率性という視点から階層化の基準を設定する場合には，階層内部の満足水準の唯一性に対して，誤差の存在を前提としなければならない。同様に1つの階層は唯一の順序づけを与える評価関数をもつという仮説も誤差の存在を前提としなければならない。評価関数の誤差という表現は直観的に理解しにくいがつまり同じ都市施設の整備状態に対して，同一の階層に属する個体の間で，その評価値に差異が存在するということである。

このように1つの階層内部で満足水準に多様性があり，また同じ都市施設の整備状態に対する評価値にも多様性があるということを前提としたうえで，操作可能な評価関数を提示しなければならない。まず1つの階層に含まれる個体の数が十分に大きいことを考慮して，この満足水準と評価値とは正規母集団からの確率変数であると仮定する。さてこの階層から任意にとられた1つの個体がもっている満足水準をu_0，またある都市施設の整備水準の状態に賦与する評価値をu_zとおく。u_0とu_z はその定義より，正規母集団$N(\bar{u}_0, \sigma_0^2)$，$N(\bar{u}_z, \sigma_z^2)$に従う確率変数である。ここに，$\bar{u}_0$はその階層の満足水準の期待値，σ_0^2 はその分散である。また$\bar{u}_z$ はその都市施設の整備水準の状態zに対する評価値の期待値，σ_z^2 はその分散である。このu_0とu_zとを同一軸u上にとり，その確率密度関数を図 3・2・1 に示す。さらにこの任意の個体のもつ序数的評価値をv_zとおくと，

$$v_z = u_z - u_0 \qquad (3\cdot2\cdot1)$$

u_zとu_0とが確率変数であるから，v_zも確率変数となり，正規分布の再生性の定理[25]によって，v_zは正規母集団$N(\bar{u}_z - \bar{u}_0, \sigma_0^2 + \sigma_z^2)$からの任意標本である。ゆえに確率変数$v_z$の確率密度関数は式（3・2・2）で表わされ，たとえば図 3・2・2 のような形をとる。

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sqrt{\sigma_0^2+\sigma_z^2}}\, exp\left[-\frac{\{v_z-(\bar{u}_z-\bar{u}_0)\}^2}{2(\sigma_0^2+\sigma_z^2)}\right] \qquad (3\cdot2\cdot2)$$

ところで，個体が都市施設の整備水準の状態zに対して「満足」するのは，その

個体の得る評価値が，その個体のもっている満足水準を越えた場合であるから，満足するのは $u_z \geq u_0$ の場合である。[26] そして式（3・2・1）の定義から，結局状態 z が $v_z \geq 0$ であれば満足することになる。これを階層として考えると，v_z はこの階層を母集団とするある任意の個体のもつ序数的評価値であるから，階層としての意識状態は一義的であり得ない。つまり階層としては状態 z に対して「ある確率」で満足し，また階層内の「ある比率」の個体が満足するのである。このうち，後者の比率を「満足率」と呼ぶことにする。すなわち「満足率」とは都市施設の整備水準の状態が z であるときに当該階層に含まれる個体のうち満足する個体の占める割合である。さて満足率を $P(z)$ とおくと，これは $v_z \geq 0$ なる確率に等しく，図3・2・2 の斜線部で表わされ，式（3・2・3）となる。

$$P(z) = P_r\left[v_z \geq 0 \right] \qquad (3\cdot2\cdot3)$$

$$\therefore \quad P(z) = \int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_z^2}} \, exp\left[-\frac{\{ v_z - (\bar{u}_z - \bar{u}_0) \}^2}{2(\sigma_0^2 + \sigma_z^2)} \right] d v_z \qquad (3\cdot2\cdot4)$$

さらに，σ_0^2，σ_z^2は１つの階層内では一定と仮定し，$\sigma^2 = \sigma_0^2 + \sigma_z^2$ とおき，また $\bar{v}_z = \bar{u}_z - \bar{u}_0$ とおくと，式（3・2・4）は，

$$P(z) = \int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} \, exp\left[-\frac{(v_z - \bar{v}_z)^2}{2\sigma^2} \right] d v_z \qquad (3\cdot2\cdot5)$$

さらに（$v_z - \bar{v}_z$）／$\sigma = t$ とおけば，

$$P(z) = \int_{-\infty}^{\frac{\bar{v}_z}{\sigma}} \phi(t)\, dt \qquad (3\cdot2\cdot6)$$

ここに $\phi(t)$ は標準正規密度関数であり，次式で表わされる。

$$\phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} exp\left[-\frac{t^2}{2} \right] \qquad (3\cdot2\cdot7)$$

ゆえに結局，状態 z に対する満足率 $P(z)$ は式（3・2・6）のように標準正規分布関数で表わされることになり，階層の特徴は σ と $\bar{v}_z$ に，すなわち，σ_0^2，σ_z^2，$\bar{u}_z$，$\bar{u}_0$ によって表わされることになる。この関数はたとえば図3・2・2 のように，$t = 0$ のところで $P(z) = 0.5$ をとる単調増加関数である。

式（3・2・6）において，分散$\sigma^2 = 0$ とすれば，$\bar{v}_z/_{\sigma} = \pm\infty$となるから，$\bar{v}_z$の正負に応じて$P(z)$は次式となる。

$$P(z) = \begin{cases} 1 & \bar{v}_z \geq 0 \\ 0 & \bar{v}_z \leq 0 \end{cases} \qquad (3\cdot2\cdot8)$$

さらに$\sigma^2 = \sigma_0^2 + \sigma_z^2$ であるから，$\sigma^2 = 0$とは，$\sigma_0^2 = \sigma_z^2 = 0$のことである。よって，階層内の評価値と満足水準の分散が0であるとき，階層の満足率は一義的に 1 あるいは 0 をとり，図3・2・3のように非連続関数となる。 このことは，式（3・2・8）が階層内に残存する多様性によって式（3・2・6）になったと解釈できる。 そこで，式（3・2・6）の型をできるだけ式（3・2・8）に近づけることを目的として，層化の基準を設定し，評価関数を推定すればよい。また階層の規定が既に上位システムによって決まっていて変更できない場合には，同じことを目的として評価関数を推定すればよいことになる。式（3・2・6）を式（3・2・8）の形態に近づけることは，すなわち$\bar{v}_z/_{\sigma}$を$Max.$にすることであり，階層内のすべての個体について，すべての都市施設の整備水準の状態について$\bar{v}_z/_{\sigma}$を$Max.$にすることは$\eta^2 = \sigma_b^2/\sigma_T^2$ を$Max.$にすることによって近似される。ここにσ_b^2は満足している個体集合と満足してい

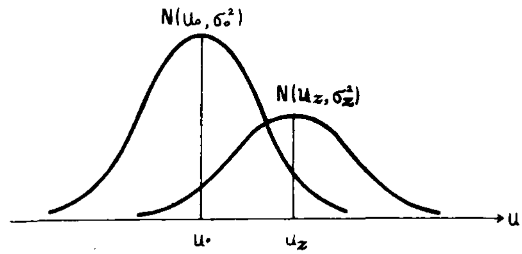


図3・2・1　評価値と満足水準の分布

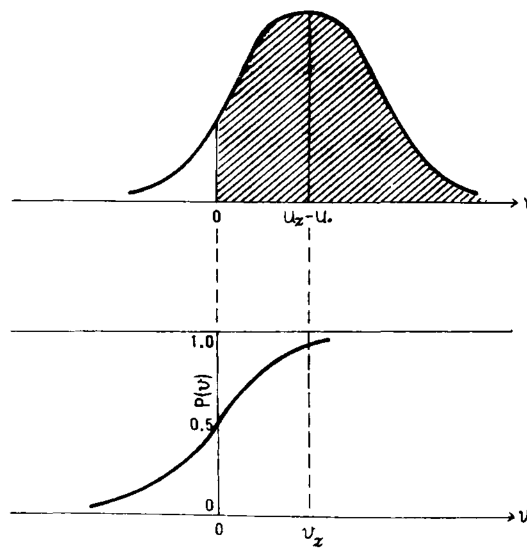


図3・2・2　序数的評価値の分布と満足率関数

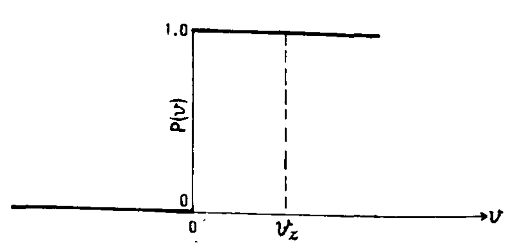


図3・2・3　$\sigma = 0$のときの満足率関数

ない個体集合との間の序数的評価値の級間分散であり，σ_T^2は全分散である。η^2を最大にする評価関数を推定する統計的方法としては，判別関数法と林の数量化理論Ⅱ類とがあるが，質的変数を用いることができる点で後者が便利である。以上によって，評価関数の具備すべき条件を明示し，かつその条件を具備した関数を統計的に推定する根拠を明らかにすることができた。そこで次に，この評価関数の形態規定を行ない，これを推定する方法を具体的に述べることにする。

これまで重ねて述べてきたように個体が満足か否かを規定する評価値は一義的でない。個体の都市施設の整備水準の状態に対する順序づけを統計的に有意に再現できる指数であれば，その指数を評価値とみなすことを否定する理由はない。このため，評価関数の形態を規定する先験的な制約は存在しない。形態の否定はその統計的有意性だけであって，所与の有意性を与える形態のうち，どの形態を採用するかは，むしろ操作的な簡易さである。そこで本論では，操作上最も簡便であるという理由によって線形式を採用することにする。この結果，評価関数を式（3・2・9）で仮定する。

$$v_i = \sum_{j=1}^{R} \sum_{k=1}^{k_j} \delta_i(jk) X_{jk} \qquad (3\cdot2\cdot9)$$

ここに，
- v_i ： 個体 i の序数的評価値。
- $\delta_i(jk)$： 個体 i が都市施設 j の水準 k に置かれているとき1，そうでないとき0をとるダミー変数。
- X_{jk} ： 都市施設 j の水準 k の序数的評価値。
- R ： 都市施設の種類数。
- k_j ： 都市施設 j の水準数。

未知数X_{jk}（$j=1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ R$；$k=1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ k_j$）を$\eta^2$が最大になるように決定するための統計的方法として数量化理論Ⅱ類[27)]を用いるが，その解法について簡単に述べておく。

まずある1つの階層について，都市施設全体に対して満足している個体の集合t_1と，満足していない個体の集合t_2とを分けておく。このとき，式（3・2・9）で定義される序数的評価値v_iの全分散をσ_T^2，また集合t_1と集合t_2との間の級間分散をσ_b^2とおくとき，相関比η^2は式（3・2・10）で与えられる。

$$\eta^2 = \frac{\sigma_b^2}{\sigma_T^2} \tag{3・2・10}$$

ゆえに η^2 を最大にする X_{jk} を求めるには，η^2 を X_{jk} で偏微分して，それぞれを0とおけばよい。すなわち

$$\frac{\partial \eta^2}{\partial X_{jk}} = 0 \qquad (j=1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ R,\ k=1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ k_j) \tag{3・2・11}$$

$$\therefore\ \frac{\partial \sigma_b^2}{\partial X_{jk}} = \eta^2 \frac{\partial \sigma_T^2}{\partial X_{jk}} \qquad (j=1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ R,\ k=1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ k_j) \tag{3・2・12}$$

式（3・2・12）を展開すると結局固有方程式となるから，これを解いて η^2 の最大根を求め，これに対応する固有ベクトルを求めればよい。そして，求められた X_{jk} に，

$$X'_{jk} = X_{jk} - \sum_{k=1}^{kj} X_{jk}\, n_{jk}/n \tag{3・2・13}$$

なる変換を施して，各要因ごとの X_{jk} を規準化しておくと便利である。

ここに　$n_{jk} = \sum_i \delta_i(jk)$，$n = \sum_k n_{jk}$　である。

さてこうして求められた X_{jk} は，相関比 η^2 を最大にするが，その解法から明らかなように X_{jk} は方向性をもっていない。序数的評価値の定義から，X_{jk} の増加は，満足率を増加させねばならないから，もし，推定の結果 $\bar{v}_1 < \bar{v}_2$ であるときは，すべての X_{jk} の符号を逆にしておく。もちろん符号の反転によっても相関比 η^2 は不変である。

つぎに満足率との関係を推定する方法について述べる。この方法によってある都市施設の整備水準の状態 z とはベクトル〔$\delta_z(jk)$〕によって表わされ，この状態に対して，階層の賦与する序数的評価値の平均値 $\bar{v}_z$ が推定される。この序数的評価値の原点を満足率５０％の点に定めるために調整係数 X_0 を設けると，式（3・2・6）より次式となる。

$$P(z) = \int_{-\infty}^{\frac{\bar{v}_z + X_0}{\sigma}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} exp\left[-\frac{t^2}{2}\right] dt \tag{3・2・14}$$

一方，推定された $\bar{v}_z$ を適当な級に分け，それぞれの級の満足率 $P(z)$ を観測する

ことができる。そこでこの観測値を$\hat{P}_z$とおくと次式となる。

$$\hat{P}_z = \int_{-\infty}^{Y_z} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} exp \left[- \frac{t^2}{2} \right] dt \qquad (3 \cdot 2 \cdot 15)$$

さらに式(3・2・15)より，この$\hat{P}_z$に対する積分上限値Y_zを正規分布表などを利用して求めておく。式(3・2・14)と式(3・2・15)より，観測値の適合度は次式によって検定できることになる。

$$Y_z = \frac{\bar{v}_z + X_0}{\sigma} \qquad (3 \cdot 2 \cdot 16)$$

これを変形して，

$$\bar{v}_z = \sigma Y_z - X_0 \qquad (3 \cdot 2 \cdot 17)$$

よって，都市施設の整備水準の状態zに対する序数的評価値の推定値$\bar{v}_z$と，満足率の観測値Y_zを，式(3・2・17)に代入して，単回帰分析により，分散σ^2と調整係数X_0を推定することができる。序数的評価値が満足率に対して意味をもっているか否かは，この単純相関係数の有意性によって判断できる。

(4) 意識と都市施設の整備水準

R個の評価要因を総合的に評価して満足するか否かは式(3・2・9)の評価関数と式(3・2・14)の満足率関数によって表わすことができる。しかし式(3・2・9)のダミー変数$\delta_i(jk)$は，その定義からも明らかであるが，ある個体の意識の状態を水準に分類したものにすぎない。つまりある個体iが施設jに対して優，良，可といった3水準のうちのどれに該当しているかを示すものである。したがってここでは具体的な施設水準を考えているのではなく，その施設水準に対する個別の意識を考えており，これら個別施設に対する意識と全体に対する意識との対応関係を与えるにすぎない。もちろん$\delta_i(jk)$として具体的な施設水準を採用することも方法論的には可能である。たとえば通勤時間や住宅の広さ等を適当な級に分けて，これを$\delta_i(jk)$とすることもできる。そしてこの$\delta_i(jk)$と全体に対する意識との対応関係を同じ方法によって推定することも可能である。しかしすべての施設が具体的な水準によって表わせるとは断定できないし，また以後の実証

によっても明らかとなるが，具体的な施設水準と全体意識との対応関係を統計的に有意な精度で推定することは難しい。

そこで本章では，まず(3)の方法によって個別施設に対する意識と全体に対する意識との関係を推定し，つぎに個別意識と個別施設の整備水準との関係を推定するという2段階に分けることにする。(3)の方法によって明らかになることは，各施設に対する意識が全体に対する意識にとってどれ程重要であるかを示す相対的な数値（具体的にはRANGE）である。しかし(3)の方法だけでは全体に対する満足を高めるためには各施設を何単位整備すべきであるかという情報は不明である。そこでここでは各施設の整備水準とその施設に対する意識との関係を明らかにする方法を述べる。この関係を明らかにすることによって，ある施設を x 単位整備することによって，その施設に対する満足感をどれだけ高めることができるかを知る。そしてその施設に対する満足感の増加は，全体に対する意識をどれだけ高めるかを(3)の方法によって知ることができ，結局はその施設の x 単位の整備が全体に対する意識をどれだけ高めるかを知ることになる。

さて，(3)で用いた $\delta_i(jk)$ とは個体 i の施設 j に対する意識の状態を表わすものであり，たとえば 1.非常に満足である， 2.満足である， 3.どちらでもない， 4.不満である， 5.非常に不満である，というように，一般に k_j 個の状態のうちのどれかに該当するものとして表現される。ここでの問題はある個体 i がこれらの k_j 個の状態のうちのどれに該当するかということと，その個体が施設 j の整備水準としてどの水準に置かれているかということとの関係を明らかにすることである。すでに(1)で述べたように，ある個体のその施設に対する意識の状態は，その個体がその施設に対してもっている欲求がどれ程充足されているかによって決まるものであると考えられる。いわば公共体の施設供給が都市住民の需要をどれだけカバーしているかによって決まるものであり，これら需要と供給との間に均衡関係が成立していなければ，現実の都市生活において，何らかの不都合が生じていることになる。その不都合は都市活動を直接停滞させるか，あるいは何とか活動を維持しているものの，都市住民に弾力性をとらせていると思われる性質のものである[28]。まず $\delta_i(jk)$ の意識の状態を満足と不満という2分法に分けて理論を展開していくことにする。ある任意の個体 i がある施設 j に対して， $x_{ij}^{(i)}$ 単位

の欲求をもっているとすると，その個体に対して，施設 j を x^{ij} 単位供給するとその個体のその施設 j に対する意識の状態は $x^{ij} \geq x_0^{ij}$ のとき満足し，$x^{ij} < x_0^{ij}$ のとき不満となる。

さらに(2)の定義より，個体はある１つの階層に属している。したがって個体とはある部分集合から任意に抽出された標本であるといえる。そして個体が満足するのはその個体の欲求 x_0^{ij} 単位を超えて供給が行なわれた場合である。もしこの階層が完全に価値観を同じくする個体の集合であるならば，この階層に属するすべての個体の欲求は x_0^{ij} に等しいと仮定することができ，この場合には，各個体に x^j 単位の供給をすれば，$x^j \gtrless x_0^{ij}$ によって，その階層が満足するか否かは確定的に決まる。しかし一般に階層内の個体の完全な等質性を期待することは不可能であるから，それぞれの個体の施設 j に対する欲求 x_0^{ij} は，この階層内で分散をもつと考えなくてはならない。ゆえにこの階層に属する任意の個体 i のもつ欲求 x_0^{ij} は，この階層を母集団とする確率変数であると仮定することができる。そこで今この階層に属するすべての個体に対して施設 j を x^j 単位供給するとき，任意の個体が満足する確率 $F(x^j)$ は，その個体が x^j より小さい欲求 x_0^j をもっている確率に等しい。

$$F(x^j) = P_r \left[x^j \geq x_0^j \right] \qquad (3\cdot2\cdot18)$$

さて一般に分布関数 $F(x^j)$ は関数 $\varphi(x^j)$ を適当に選ぶことにより，

$$F(x^j) = 1 - exp \left[-\varphi(x^j) \right] \qquad (3\cdot2\cdot19)$$

さらに x_0^j は一般に非負のある値 γ 以上であるから，

$$\begin{cases} \varphi(x^j) \geq 0 & x^j \geq \gamma \\ \varphi(x^j) = 0 & 0 < x^j < \gamma \end{cases} \qquad (3\cdot2\cdot20)$$

また定義より $F(x^j)$ は単調増加性をもっており，式（3・2・19）より $\varphi(\gamma) = 0$ となり，$x^j > \gamma$ で単調増加する関数でなければならない。このような条件を満足する関数で最も単純な形は次式である。

$$\varphi(x^j) = \frac{(x^j - \gamma^j)^{\beta^j}}{\lambda^j} \quad (\beta^j > 0,\ \lambda^j > 0) \qquad (3\cdot2\cdot21)$$

したがって，$F(x^j)$ の最も単純な形として次式を得る。

$$F(x^j) = 1 - exp\left[-\frac{(x^j - \gamma^j)^{\beta^j}}{\lambda^j}\right] \qquad (3\cdot2\cdot22)$$

このとき，欲求 x_0^j の分布は $F(x^j)$ の確率密度関数で表わされるから，これを $f(x_0^j)$とすると，

$$f(x_0^j) = \frac{\beta^j (x_0^j - \gamma^j)^{\beta^j - 1}}{\lambda^j}\ exp\left[-\frac{(x_0^j - \gamma^j)^{\beta^j}}{\lambda^j}\right] \qquad (3\cdot2\cdot23)$$

式（3・2・22）と式（3・2・23）で表わされる分布はWeibull 分布関数[29]と呼ばれるものであり，β^j を形のパラメーター，γ^j を位置のパラメータ，λ^j を尺度のパラメータと呼ぶ。その形状は図3・2・4 に示すように β^j によってとくに変化し，$\beta^j = 1$のとき指数分布，$\beta^j = 3$，4と大きくなるにつれて正規分布に近い分布になる。$\gamma^j = 0$ のときの平均値と分散は次式で与えられる。

$$E(x^j) = (\lambda^j)^{\frac{1}{\beta^j}}\,\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta^j}\right) \qquad (3\cdot2\cdot24)$$

$$V(x^j) = (\lambda^j)^{\frac{2}{\beta^j}}\left\{\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta^j}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta^j}\right)\right\} \qquad (3\cdot2\cdot25)$$

こうして，意識の状態が満足と不満という2分法の場合には式（3・2・22）によって，ある任意の個体が満足する確率 $F(x^j)$ を近似することができる。

さて欲求 x_0^j はある個体が施設 j に対して満足するかあるいは不満足するかの境界値である。したがって意識の状態がこのような2分法に分けられていない場合には，その欲求は変化すると考えられる。たとえば先述のように施設 j に対する意識の状態が5段階に分けられているとき，相隣接する状態間の境界値をつぎのようにおく。

意識の状態	境界値
$e = 1$. 非常に満足	
	$> x_1^j$
$e = 2$. 満　足	
	$> x_2^j$
$e = 3$. 普　通	
	$> x_3^j$
$e = 4$. 不　満	
	$> x_4^j$
$e = 5$. 非常に不満	

その場合これらの境界値の間には次式が成り立つ。

$$x_1^j > x_2^j > x_3^j > x_4^j \qquad (3 \cdot 2 \cdot 26)$$

そしてこれらの境界値に対して，次式によって$F_e(x^j)$を定義する。

$$F_e(x^j) = P_r[x^j \geqq x_e^j], \quad (e = 1, 2, 3, 4) \qquad (3 \cdot 2 \cdot 27)$$

この$F_e(x^j)$はある個体のもつ境界値x_e^jがx^jより小さい確率

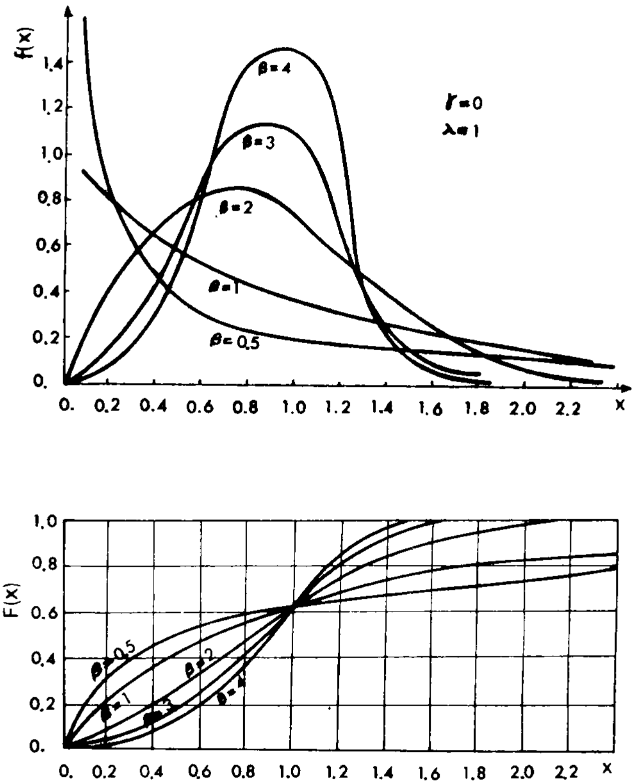


図 3・2・4　Weibull 分布関数

を表わすことになるから，2分法の場合と同様に，Weibull 分布関数で近似され，次式となる。

$$F_e(x^j) = 1 - exp\left[- \frac{(x^j - \gamma_e^j)^{\beta_e^j}}{\lambda_e^j} \right], \quad (e = 1, 2, 3, 4) \qquad (3 \cdot 2 \cdot 28)$$

さらに，次式によって新たに確率$\pi_e(x^j)$を定義すると，

$$\left.\begin{array}{ll} \pi_1(x^j) = P_r[\,x^j \geqq x_1^j\,] & \\ \pi_e(x^j) = P_r[\,x_{e-1}^j > x^j \geqq x_e^j\,], & (e = 2, 3, 4) \\ \pi_5(x^j) = P_r[\,x_5^j > x^j\,] & \end{array}\right\} \qquad (3 \cdot 2 \cdot 29)$$

$\pi_e(x^j)$は施設jの整備水準がx^jであるときに，任意の個体の意識の状態がeである確率を表わしている。式(3・2・27)と式(3・2・29)より，次式となる。

$$
\left.
\begin{aligned}
\pi_1(x^j) &= F_1(x^j) \\
\pi_e(x^j) &= F_e(x^j) - F_{e-1}(x^j), \quad (e = 2, 3, 4) \\
\pi_5(x^j) &= 1 - F_4(x^j)
\end{aligned}
\right\} \qquad (3 \cdot 2 \cdot 30)
$$

$$
\therefore \quad \sum_{e=1}^{5} \pi_e(x^j) = 1 \qquad (3 \cdot 2 \cdot 31)
$$

ゆえに $F_e(x^j)$，$(e = 1, 2, 3, 4, 5)$ がたとえば図 3・2・5 のような Weibull 分布関数で与えられているとき，$\pi_e(x^j)$，$(e = 1, 2, 3, 4, 5)$ は図 3・2・5 のように求められる。

こうして，ある1つの階層のある1つの施設に対する意識の状態は $\pi_e(x^j)$ によって表現でき，それは結局は整備水準 x^j の関数となる。

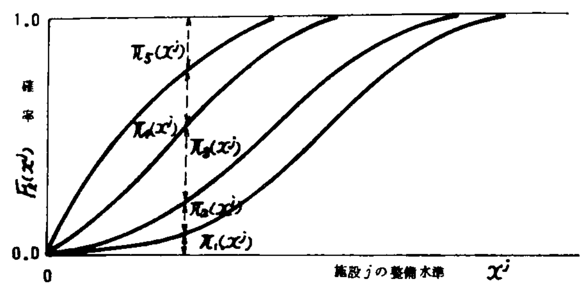


図 3・2・5　施設 j に対する意識の状態確率

(5) 結　び

本節では都市施設の整備と直接的・間接的に影響をもっている個体（都市住民あるいは企業）が都市施設をどのように評価しているかを分析する方法論を展開した。ここではこれらを評価モデルとして整理し，図 3・2・6 に従ってまとめていく。

まず個体は価値観の類似性とシステムの信頼性からみた効率という視点から適当な階層に分けられる。そしてそれぞれの階層について，つぎのような定義と仮定ができる。

1) ある1つの都市施設あるいは都市機能に対する個体の満足意識は，その施設 j の供給 x^j の関数であり，任意の個体が意識 e に属する確率 $\pi_e(x^j)$ は式（3・2・30）で与えられる。

2) ある任意の個体 i が R 個の都市施設に対して，それぞれ $\delta_i(jk)$，$(j = 1, 2, \ldots\ldots, R)$ の意識の状態にあるとき，その個体の序数的評価値 v_i は式（3・2・9）で与えられる。これを評価関数と呼ぶ。

よって，意識の状態 $\delta_i(jk)$ の代わりに，その確率 $\pi_k(x^j)$（サフィックス i は省略）がわかっているときは，序数的評価値の期待値 $E(v)$ は次式で表わさ

れる。

$$E(v) = \sum_j \sum_k \pi_k(x^j) X_{jk} \qquad (3 \cdot 2 \cdot 32)$$

3）序数的評価値 v をもつ個体のうち，満足している個体の比率を満足率と定義すると，この満足率 $P(v)$ は v の正規分布関数で表わされる。これを満足率関数と呼ぶ。

階　層

↓

施設の整備水準　　x^j，$(j=1, 2, \cdots\cdots, R)$

↓ 欲求を超過する確率

$$F_e(x^j) = 1 - exp\left[-\frac{(x^j - \gamma_e^j)^{\beta_e^j}}{\lambda_e^j}\right]$$

$(e=1, 2, \cdots\cdots, L)$
$(j=1, 2, \cdots\cdots, R)$

↓ 意識の状態確率

$$\pi_1(x^j) = F_1(x^j)$$
$$\pi_e(x^j) = F_e(x^j) - F_{e-1}(x^j), \ (e=2, 3, \cdots, \cdots, L-1)$$
$$\pi_L(x^j) = 1 - F_{L-1}(x^j)$$

↓ 評　価　関　数

$$v_i = \sum_j \sum_k \delta_i(jk) X_{jk}$$

or

$$E(v) = \sum_j \sum_k \pi_k(x^j) X_{jk}$$

↓ 満　足　率　関　数

$$P(v_i) = \int_{-\infty}^{\frac{v_i + X_0}{\sigma}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} exp\left[-\frac{t^2}{2}\right] dt$$

図3・2・6　評価モデルの概念図

以上の関数関係の系を評価モデルと呼び，第３節，第４節，第５節で実証していく。

第３節　住環境に対する評価モデルの実証的研究[30)]

(1) 概　　説

住宅問題は現在最も解決の困難な都市問題の１つである。昭和４４年度の建設白書[31)]によると，国民総生産に占める住宅投資率は昭和４３年度に7.２％となり，新規建設戸数は約１４０万戸に達しており，住宅の絶対数不足はほぼ解消されたと推定しているが．一方で狭さ，専用施設の不備，さらには遠距離通勤という形の住宅難は今なお深刻であると言われている。この住宅難という住宅に対する評価指標をとりあげてみると，住宅難の定義は 1.非住宅居住世帯，2.同居世帯，3.老朽住宅居住世帯，4.狭小過密居住世帯（２～３人で９畳未満，４人以上で１２畳未満）であるとされている。この住宅難指標はいわば客観的指標であるが．これを主観的な意識を捉えたものである住宅困窮意識調査と比べてみると，昭和44年の住宅需要調査によれば，住宅困窮世帯は全国で３７％，東京圏４２％．大阪圏４０％である。一方この調査での住宅難世帯は全国で１２％，東京圏２2.8％大阪圏２0.8％となっており，両者の差は大きいものとなっている。この結果，たとえば全国の場合，住宅困窮世帯であって，かつ住宅難世帯である世帯は２３％にすぎず，住宅困窮世帯のうち７７％は住宅難世帯でないと判断されている。このように住宅難指標は世帯の主観との間にかなりのずれが見られ，住宅を評価する上においての住宅難指標の再検討が必要である。そこで本節では住環境に対する世帯の意識を定量化して，住環境計画や住宅政策にとってより有効な情報をもった指標を推定する。推定方法に関する理論はすでに第２節において展開した。本節はこの理論の住環境の評価モデルへの応用である。実証に用いた資料について簡単に説明する。総理府は指定統計第１４号として，全国都道府県および都市における住宅の規模，構造，設備など世帯の居住状態を明らかにするために，昭和４３年１０月に住宅統計調査を実施した。本節ではこの住宅統計調査のうち，神戸市企画局統計課によって実施された調査資料を対象とした。

(2) 住環境の評価要因と評価主体

住環境に対する評価を構成していると思われる要因を評価要因と定義する。住環境の評価要因には種々なものが考えられるが．日笠氏によると[32)]，住環境のスケ

ールは 1) 住宅とそのまわり，2) 日常生活の行なわれる近隣，3) 都市，の3種類に分けられる。そしてそれぞれのスケールで問題とされる事柄は次のようである。

1) 住宅とそのまわり　；　外的条件から安全で，十分必要を充たす空間を確保し，生活行為が安全に能率よく快適に行なわれているか。

2) 日常生活の行なわれる近隣　；　農村のように密度が低く，かつその集団が小さい場合は問題とならない点で，都市のように密集してくることにより引き起こされる問題。

3) 都市　；　スモッグ等，近隣の環境ではどうにもならず都市的スケールで考えざるを得ない問題。

このように住宅から近隣，近隣から都市というように環境の機能を考えると，それぞれの段階において果たすべき重要な役割があり，どの1つが欠けても健全な都市環境を造り出すことは困難である。本節で以下に実証していく対象は主に 1) 住宅とそのまわりに関する評価モデルであり，2) と 3) に関しては次節で実証する。

まず住環境の評価要因として表3・3・1 に示す10種の要因を用いることにし

表3・3・1　住環境の評価要因

No.	評価要因	水準
1	住宅の広さ	1　十分である　2　普通　3　狭すぎる
2	住宅の間取り，構造，様式など	1　満足している　2　普通　3　不満足である
3	建物のいたみ具合	1　いたんでいない　2　普通　3　ひどくいたんでいる
4	便所，炊事場，風呂等の設備	1　良い　2　普通　3　悪い
5	家賃，割賦金，その他の支払い	1　楽である　2　普通　3　負担が大きすぎる
6	日照，通風等の衛生条件	1　良い　2　普通　3　悪い
7	浸水，ガケ崩れ，公害等の災害	1　全く危険を感じぬ　2　普通　3　危険を感じる
8	世帯主の通勤時間	1　あまりかからない　2　普通　3　かかりすぎる
9	遊び場等子供のための環境	1　良い　2　普通　3　悪い
10	買物等日常生活の便利さ	1　便利である　2　普通　3　不便である
全体に対して		1　全く困っていない　2　さしあたり困っていない 3　困っているが，がまんできる　4　非常に困っている

た。これら各要因の水準を1，2，3の3水準に分けて調査すると共に，住宅施設全体の水準を4つの水準に分けて調査した。評価要因の3水準に対する度数は表3・3・2 に示す。これによると，約半数の世帯が満足しているのは「4.便所，炊事場，風呂等の設備」だけであり，満足している世帯の多い順に「6.日照，通風等の衛生条件」，「10.買い物などの日常生活の便利さ」「5.家賃・割賦金 その他の支払い」となっている。また不満足な世帯の多いのは「1.住宅の広さ」「3.いたみ具合」，「9.遊び場等子供のための環境」となっている。このことから，現在の住宅は世帯にとってコンパクトにまとまり，機能的ではあるが，余裕のない住宅であると感じられていることがわかる。

表3・3・2　要因水準に対する度数分布

要因＼水準	1	2	3
1	140	907	1063
2	532	888	690
3	123	1033	954
4	1061	856	193
5	562	1247	301
6	890	1005	215
7	231	1095	784
8	321	997	792
9	90	1105	915
10	765	918	427

つぎに要因間の従属関係の有無を調べるために要因の相関行列を求めた結果が表3・3・3 である。これによると，「1.住宅の広さ」と「3.建物のいたみ具合」との相関が0.515 と比較的高いことを除けば要因間に高い相関は認められない。さらにこの相関行列を用いて，バリマックス法[33]による分析を行ない，第5合成変量までの構造を求めたのが表3・3・4 である。合成変量はいずれも単純構造を満たしてはいるが，その構造ベクトルはほとんど1つの変量とだけ高い相関係

表3・3・3　評価要因の相関行列

要因	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1.000									
2	0.214	1.000								
3	0.515	0.325	1.000							
4	0.080	0.240	0.199	1.000						
5	0.211	0.282	0.359	0.285	1.000					
6	0.020	0.078	0.050	0.200	0.081	1.000				
7	0.311	0.298	0.481	0.210	0.468	0.057	1.000			
8	0.163	0.221	0.225	0.219	0.160	0.090	0.202	1.000		
9	0.145	0.118	0.209	0.124	0.038	0.071	0.121	0.157	1.000	
10	0.028	0.024	0.067	0.191	0.064	0.189	0.066	0.034	0.099	1.000

数をもち，他の変量との相関係数は低い構造となっている。このことは相関行列の非対角成分の絶対値が全体的にかなり低いためである。したがって，この結果から求められた合成変量の中に，ある変量固有の変動だけが大きく含まれることになり，いくつかの変量に共通な変動をとらえることのできるグループ化を明らかにするような合成変量は存在しないことになる。すなわち，いくつかの変量の間に共通する変動にくらべ，各変量固有の変動が大きいことを意味している。この結果より，１０種の要因をグループに統合することなく，すべてを独立な要因とみなして，以下の分析を続けることにする。

表 3・3・4　合成変量の構造ベクトル

評価要因＼合成変量	1	2	3	4	5
1	0. 602	0. 013	−0. 012	0. 001	0. 051
2	0. 283	0. 177	0. 147	−0. 019	0. 122
3	0. 991	0. 036	0. 047	0. 013	0. 034
4	0. 146	0. 226	0. 962	0. 019	0. 020
5	0. 326	0. 945	0. 024	0. 007	0. 015
6	0. 027	0. 061	0. 168	0. 147	0. 049
7	0. 486	0. 321	0. 061	0. 020	0. 072
8	0. 183	0. 087	0. 160	−0. 005	0. 966
9	0. 173	−0. 023	0. 092	0. 070	0. 105
10	0. 046	0. 040	0. 162	0. 985	0. 001
バリマックス基準	0. 083	0. 069	0. 075	0. 084	0. 078

さて，住環境に対する評価は，個人の価値観に多様性があるため原則として世帯により異なっていると考えられる。しかしすべての世帯についての評価関数や満足水準を求めることは技術的に不可能であるし，また住環境計画のための情報としても無駄であると考える。一方都市あるいは地域全体の平均的な評価関数を求めるだけのマクロな情報では不十分であると考える。そこでこの両者の中間として世帯を適当な層に分類し，それぞれの層の評価関数を推定する必要がある。この層化は世帯の評価方法の類似性と異質性，すなわち満足水準と評価関数の類似性と異質性とを基準にしてのみ可能となるが，この基準を先験的に知ることはできない。さらに評価関数を層別に推定して，住環境計画の情報として有効に位置づけるためには，評価関数以外の計画のための情報もまた層別に提示される必要が生じることも考えられる。こういった計画システムの信頼性，効率性を考慮すると，層化の基準は容易に設定できるものでなくてはならないことになり，これは必然的に層間の異質性と層内の類似性とを犠牲にする。したがってこのあいまい

となった異質性と類似性との適切な処理方法も評価モデルの展開に課せられた課題であると言えよう。さて層間には価値観の異質性が存在し，層内には類似性が認められ，かつ簡単な基準を設定するために，若干の分析を行なう。まず住宅需要者の立地性向に関しては，従来多くの研究が行なわれているが，この中で層化に関して，職業の通勤時間に対する拘束の結果，都心にしか立地できない階層のあることが報告されている。この階層は立地限定層と呼ばれている。これに対して通勤時間にある程度の弾力性を持っていて，その他の条件，たとえば環境条件などとの代替性をもって住宅の選択を行なっていると思われる階層は立地非限定層と呼ばれている。[34]このような相異なる階層においては，現在自己の入居している住宅や生活環境に対する評価を行なうとき，立地限定層に属する世帯にとって，通勤時間の評価の占める位置は，立地非限定層にくらべ非常に高いと考えられるから，この2種の階層間では評価要因の重要度が異なっているはずである。したがって評価関数の推定のための層化においては，立地限定層と立地非限定層とを分離する必要がある。また労働事情により 1） 24時間勤務型， 2） 家族労働型， 3） 早朝勤務型， 4） 交替性勤務型を立地限定層とした報告もある。[35]本論ではこのような分析結果を参考にして，WとBの2つの層化の基準を設けた。

W（ホワイトカラー層）

1） 専門的・技術的職業従来者

2） 管理的職業および一般事務従業者

3） 販売従事者

B（ブルーカラー層）

4） 農林業・漁業・採鉱・採石従事者

5） 運輸・通信従事者

6） 技能工・生産工程従事者および単純労働者

7） 保安・その他サービス職業従事者

8） そ　の　他

この2つの基準を比較するために始業時刻を調べたのが表3･3･5 である。明らかに2つの基準の間では始業時刻の分布は異なっており，Wでは午前9時台を頂点としているのに対し，Bでは午前8時台を頂点としており，また始業時刻不

定の比率も多い。このことは少なくともこの２つの層の間で，通勤時間等の評価要因の占める重要度が異なっていることを意味する。また世帯はそのライフサイクルに応じて，単身者世帯，夫婦のみの世帯，夫婦と子供の世帯，幼児のいる世帯，青少年のいる世帯，子供が独立した老夫婦などのように種々さまざまな構成に分類される。このような世帯構成の相異によって，たとえば幼児のいる世帯では児童公園の有無や，住宅周辺の道路の交通量等が住環境評価において大きなウエイトを占めるであろうし，また単身者世帯や夫婦のみの世帯では日常生活の便利さ等の機能的条件を重視しているかもしれない。このように住環境に対する評価の仕方は家族構成に応じて多種多様である。したがって，層化の基準としては各世帯の家族構成を採用する必要があるが，先述のように基準はできるだけ簡単であることが望ましいので，本論では家族構成に代わるものとして，家族人数を基準とする。さらに各世帯の資産，所得等のいわゆる経済的条件が住環境に対する評価の仕方に大きな影響を与えていることは十分考えられるので，経済的条件を表わす基準として，月収を用いることにする。こうして結局本節で層化の基準としたのは，月収，家族人数および職業の３つであり，月収は４万円以下を低所得，４万円以上を高所得とし，家族人数は単身世帯，２～３人，４人以上の３水準に分け，表3・3・6 に示す１０種の層に分類した。今後各層をこの表に従ってC_1，C_2，……，C_{10}と呼ぶことにする。ここでこの層化に基づく若干の分析を追加しておく。まず表3・3・7 は各層に属する世帯のうち，現在の住環境全体に対して満足している世帯の占める比率である。最も満足しているのはC_1のホワイトカラー単身世帯であり，最も満足していないのはC_8の家族人数４人以上で低所得のブルーカラー世帯である。これ

表３・３・５　始業時刻の分布

始業時刻＼職業	W 世帯数	W %	B 世帯数	B %
午前７時台	19	1.7	46	3.9
午前８時台	273	25.0	516	43.7
午前９時台	552	50.6	224	19.0
午前10時台	64	5.9	14	1.2
不　定	143	13.1	320	27.1
そ　の　他	40	3.7	62	5.3
計	1091	100.0	1182	100.0

表３・３・６　世帯の階層化

世帯人数＼収入・職業	低所得 W	低所得 B	高所得 W	高所得 B
１　人	C_1	C_2		
２～３人	C_3	C_4	C_5	C_6
４人以上	C_7	C_8	C_9	C_{10}

は現在の大都市が単身世帯には住みやすく，家族持ちには住みにくいことを物語っている。さらにこの表によると，月収，家族人数および職業の3つの基準の間に矛盾のない満足率の推移が認められる。つまり，3つの基準のうち，他の2つの基準が同一であれば，月収が低い世帯程，家族人数が多くなる程，そしてホワイトカラー世帯よりもブルーカラー世帯程満足率は減少している。とくに低所得層においては家族人数の増加にともなう満足率の減少が著じるしい。このような3つの基準の間での満足率の推移が主観的判断と矛盾していないことは，この3つの基準による層化が少なくとも無意味ではないということである。

表3·3·7　階層別の満足率

世帯人数 \ 収入・職業	低所得 W	低所得 B	高所得 W	高所得 B
1　人	0.61 (100)	0.59 (98)		
2〜3人	0.45 (401)	0.41 (479)	0.52 (249)	0.46 (175)
4人以上	0.37 (99)	0.35 (204)	0.48 (164)	0.41 (141)

( )内はサンプル数

(3)　評価モデルの推定結果とその考察

世帯を層化し，その中の任意の層の評価関数を線形と仮定すれば，世帯 i の評価値 u_i および満足水準 u_0 は評価要因の水準の線形一次結合で表わせる。したがって，次式によって序数的評価値 v_i を定義すると，v_i も要因水準の一次結合で表わせる。

$$v_i = u_i - u_0 \qquad (3\cdot3\cdot1)$$

そこで，この序数的評価値 v_i を次式で仮定する。

$$v_i = \sum_{j}^{R} \sum_{k}^{k_j} \delta_i(jk) X_{jk} + X_0 \qquad (3\cdot3\cdot2)$$

ここに
- $\delta_i(jk)$ ：世帯 i の要因 j の水準が k であるとき1，そうでないとき0となるダミー変数。
- X_{jk} ：要因 j の水準 k に与える数値。
- X_0 ：$P(0)=0.5$ を成立させるための調整係数。
- R ：要因の数。
- k_j ：要因 j の水準の数。

そして，第2節で明らかにしたように，未知数 X_{jk}（$j=1, 2, \cdots\cdots, R$；$k=1$, 2，……，k_j）を相関比 η^2 が最大になるように求めればよい。η^2 を最大とする X_{jk} を求める方法には数量化理論Ⅱ類と判別関数法とがあるが，本モデルの場合は $\delta_i(jk)$ がダミー変数であるので前者を用いることにする。

先述の調査資料によって，層化は表3・3・6により，評価要因は表3・3・1により，また要因全体に対する評価は水準1と水準2をまとめて満足しているグループ，水準3と水準4とをまとめて満足していないグループとして，数量化理論Ⅱ類によって計算した。10個の層別に求めた計算結果のうち，X_{jk}，X_0，RANGE，η を表3・3・8（その1，その2）に示す。相関比は0.59～0.78といずれも高く，少なくとも住宅施設全体に対して満足するか否かはこれら10種の要因によって判別できることがわかる。そこでRANGEが

表3・3・8　評価関数の推定結果（その1）　X_{jk}，X_0，η

要因	水準　階層	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}
1	1	+0.46284	+0.04342	+0.46651	−0.15467	+0.51837	+0.54654	+0.70330	+0.75520	+0.17854	+0.11161
	2	+0.18208	+0.19578	+0.37790	+0.36226	+0.42037	+0.38014	+0.33960	+0.34004	+0.46388	+0.43353
	3	−0.53716	−0.35743	−0.41013	−0.26580	−0.48163	−0.45346	−0.27576	−0.24480	−0.37742	−0.28053
2	1	+0.04955	+0.00983	+0.32208	+0.64765	+0.09989	+0.15144	−0.10875	+0.54974	+0.04451	+0.18644
	2	+0.13225	+0.45206	−0.03407	−0.02783	−0.07023	−0.20816	+0.14531	−0.06870	+0.00500	+0.02855
	3	−0.25167	−0.43423	−0.26365	−0.34653	−0.02028	+0.15345	−0.13344	−0.21668	−0.05448	−0.16638
3	1	+0.02427	+0.41687	−0.24235	+0.60544	+0.38218	−0.08259	+0.35959	−0.49490	+0.73843	+0.71923
	2	+0.05346	+0.23939	+0.41621	+0.35208	+0.10263	+0.14138	+0.24209	+0.03373	+0.06282	+0.16254
	3	−0.10813	−0.45172	−0.41304	−0.39456	−0.19120	−0.14122	−0.25663	+0.01882	−0.26157	−0.28077
4	1	−0.12473	+0.21127	+0.05811	+0.07299	+0.03104	+0.20564	+0.08456	+0.04406	+0.06563	−0.05407
	2	+0.05456	−0.21545	+0.01348	−0.04998	+0.01070	−0.21134	−0.09258	−0.07080	+0.18239	+0.06071
	3	+0.61799	−0.02981	−0.37843	−0.17390	−0.24594	−0.13106	−0.03236	+0.03330	−0.79363	+0.10983
5	1	+0.07730	−0.42657	+0.01902	+0.23360	−0.01591	+0.05135	+0.42128	+0.28466	−0.01014	+0.18394
	2	+0.02383	+0.14904	+0.04812	−0.04956	+0.04051	+0.04654	−0.13115	−0.03384	+0.03130	−0.09286
	3	−0.25409	+0.10740	−0.27320	−0.21372	−0.24369	−0.37224	+0.03013	−0.20313	−0.08588	−0.00407
6	1	+0.11576	−0.07955	+0.10208	+0.14508	+0.10066	−0.02995	−0.11295	−0.07946	−0.01427	+0.10571
	2	−0.11074	+0.11105	+0.00999	−0.11182	+0.01877	+0.11881	+0.03324	+0.09124	−0.03511	−0.17073
	3	−0.21129	−0.35451	−0.55435	−0.05285	−0.40997	−0.33350	+0.18421	−0.19365	+0.14855	+0.01878
7	1	−0.25229	+0.79498	+0.68155	+0.17508	+0.01419	+0.55389	+0.62502	+0.55831	+0.17061	−0.03531
	2	+0.06038	+0.08257	+0.07806	−0.08635	+0.02581	+0.20287	+0.10878	+0.01592	+0.12174	+0.26371
	3	−0.07235	−0.20502	−0.31845	+0.06113	−0.05415	−0.35941	−0.37498	−0.14877	−0.41037	−0.40057
8	1	+0.19360	+0.16954	+0.10934	+0.06252	+0.34516	+0.09221	+0.38518	−0.04377	+0.05476	−0.20226
	2	+0.06336	+0.19905	+0.00443	+0.15551	+0.05052	−0.01058	+0.07148	−0.00610	−0.03115	+0.03500
	3	−0.22920	−0.37866	−0.03622	−0.18212	−0.27853	−0.01872	−0.22706	+0.02653	+0.01267	+0.04504
9	1	+0.01398	+0.80601	+0.42711	−0.02614	+0.42666	+0.36822	+0.64962	+0.40372	−0.31101	+0.28253
	2	+0.09502	−0.03451	+0.26607	+0.30129	+0.03145	+0.12557	+0.17795	+0.16894	+0.02214	+0.20009
	3	−0.22426	−0.14976	−0.35915	−0.31622	−0.11447	−0.16313	−0.23099	−0.18965	+0.01225	−0.30339
10	1	+0.08781	+0.26048	+0.10247	+0.13564	+0.16498	−0.03314	+0.22747	+0.09766	−0.04183	+0.05225
	2	−0.01833	−0.23702	+0.07193	+0.04013	−0.07775	+0.17535	+0.06498	0.04416	−0.06568	+0.06532
	3	−0.22823	+0.07578	−0.33979	−0.29530	−0.12992	−0.25910	0.42633	−0.09954	+0.12828	−0.29012
X_0		0.235	0.41	−0.07	−0.23	0.15	0.10	−0.35	−0.24	0.12	−0.07
相関比		0.78	0.69	0.63	0.59	0.65	0.63	0.75	0.64	0.73	0.71

表 3・3・8　評価関数の推定結果（その２）　RANGE

要因＼階層	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}
1	1.00000	0.55321	0.87664	0.62807	1.00000	1.00000	0.97906	1.00000	0.84130	0.71406
2	0.38392	0.88629	0.58573	0.99418	0.17012	0.36161	0.27875	0.76642	0.09899	0.35282
3	0.16160	0.86859	0.82925	1.00000	0.57338	0.28260	0.61622	0.52863	1.00000	1.00000
4	0.74272	0.42671	0.43655	0.24689	0.27698	0.41698	0.17714	0.11486	0.97602	0.16389
5	0.33139	0.57560	0.32133	0.44732	0.28420	0.42359	0.55243	0.48779	0.11718	0.27679
6	0.32705	0.46556	0.65643	0.25690	0.51062	0.45231	0.29716	0.28489	0.18367	0.27645
7	0.31267	1.00000	1.00000	0.26142	0.07997	0.91330	1.00000	0.70709	0.58099	0.68428
8	0.42281	0.57771	0.14556	0.33763	0.62369	0.11093	0.60724	0.07030	0.08591	0.24730
9	0.31928	0.95577	0.78626	0.61751	0.54113	0.53134	0.88061	0.59337	0.33315	0.58592
10	0.31605	0.49750	0.44226	0.43095	0.29489	0.43445	0.65380	0.19720	0.19395	0.35544

経験的に偏相関係数と比例する[36)]ことを利用して，層別に各要因の住宅施設全体の評価に占める規定力の大きさを分析する。なおこの表のRANGEの数値は最大のRANGEを１として計算した値である。層別にRANGEの大きさの順序と大きさのバラツキを異にしているが，全体として最も規定力の大きいのは要因 1.の「住宅の広さ」であり，次いで要因 3.の「建物のいたみ具合」と要因 7.の「浸水・ガケくずれ・公害等の災害」である。いわば現代の質的住宅難は狭小，老朽，災害を主原因としていると言える。とくに住宅の広さに対するRANGEはほとんどすべての層にわたって大きく，広さの水準が住宅施設全体の評価に非常に大きな影響を与えている。

さて，住宅施設全体に対して満足するか否かの判別は本方法で有意であると言えても，この結果だけから推定した数値が世帯の評価関数であるとみなすには十分ではない。推定された序数的評価値 v_i が各世帯の住宅全体に対する評価を表わす指数であるためには，この v_i が世帯の満足か否かの意識と無矛盾な対応関係をもっていなければならない。そこで次に第２節で展開した満足率関数の理論を実証する。この理論によれば，序数的評価値が $v \sim v+dv$ の間にある世帯のうち住宅施設全体に対して満足している世帯の占める比率 $P(v)$ は次式で与えられる。

$$P(v) = P_r \left[v \geq 0 \right]$$
$$= \int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} exp \left[- \frac{(x-v)^2}{2\sigma^2} \right] dx \qquad (3 \cdot 3 \cdot 3)$$

ここで，$(x-v)/\sigma=t$ とおくと，上式は次のように変形される

$$P(v)=\int_{-\infty}^{\frac{v}{\sigma}}\phi(t)\,dt \qquad (3\cdot3\cdot4)$$

ここに$\phi(t)$は標準正規密度関数であり，次式で与えられる。したがって結局，満足率$P(v)$は，

$$\phi(t)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\,exp\left[-\frac{t^2}{2}\right] \qquad (3\cdot3\cdot5)$$

正規分布関数に従うことになる。そこでvを適当な級に分割し，各級に属する世帯のうち，満足している世帯の占める比率を図3・3・1（その1～その10）に示す。ある級jをとり，この級の序数的評価値の代表値をv_jとし，この級の満足率の観測値をP_jとする。さらに次式にP_jを与えて収束計算によってY_jを求める。

$$P_j=\int_{-\infty}^{Y_j}\phi(t)\,dt \qquad (3\cdot3\cdot6)$$

式（3・3・4）と式（3・3・6）より明らかにY_jとv_jの間には式（3・3・7）の関係が成立する。

$$Y_j=\frac{v_j}{\sigma} \qquad (3\cdot3\cdot7)$$

そこで，誤差項mを含めて，式（3・3・8）を最小2乗法によって標準偏差σを推定することができる。

$$v_j=\sigma Y_j+m \qquad (3\cdot3\cdot8)$$

推定の結果は各層とも$m\fallingdotseq0$であり，単純相関係数rと標準偏差σは図のようであった。また同図にはこのσを用いて，理論曲線$P(v)$を示す。明らかにすべての層について相関係数は危険率1％で有意である。したがって，先に数量化理論Ⅱ類によって推定されたX_{jk}の一次結合によって序数的評価値vを定義するとき，このvは世帯の満足率と単調増加な対応関係をもっていると言える。このことから式（3・3・2）を評価関数とみなすことができる。

さらにこの序数的評価値vをより具体的概念と対応づけるために若干の分析を追加する。まず式（3・3・1）によって定義されたv_iとu_i，uとの関係と，式

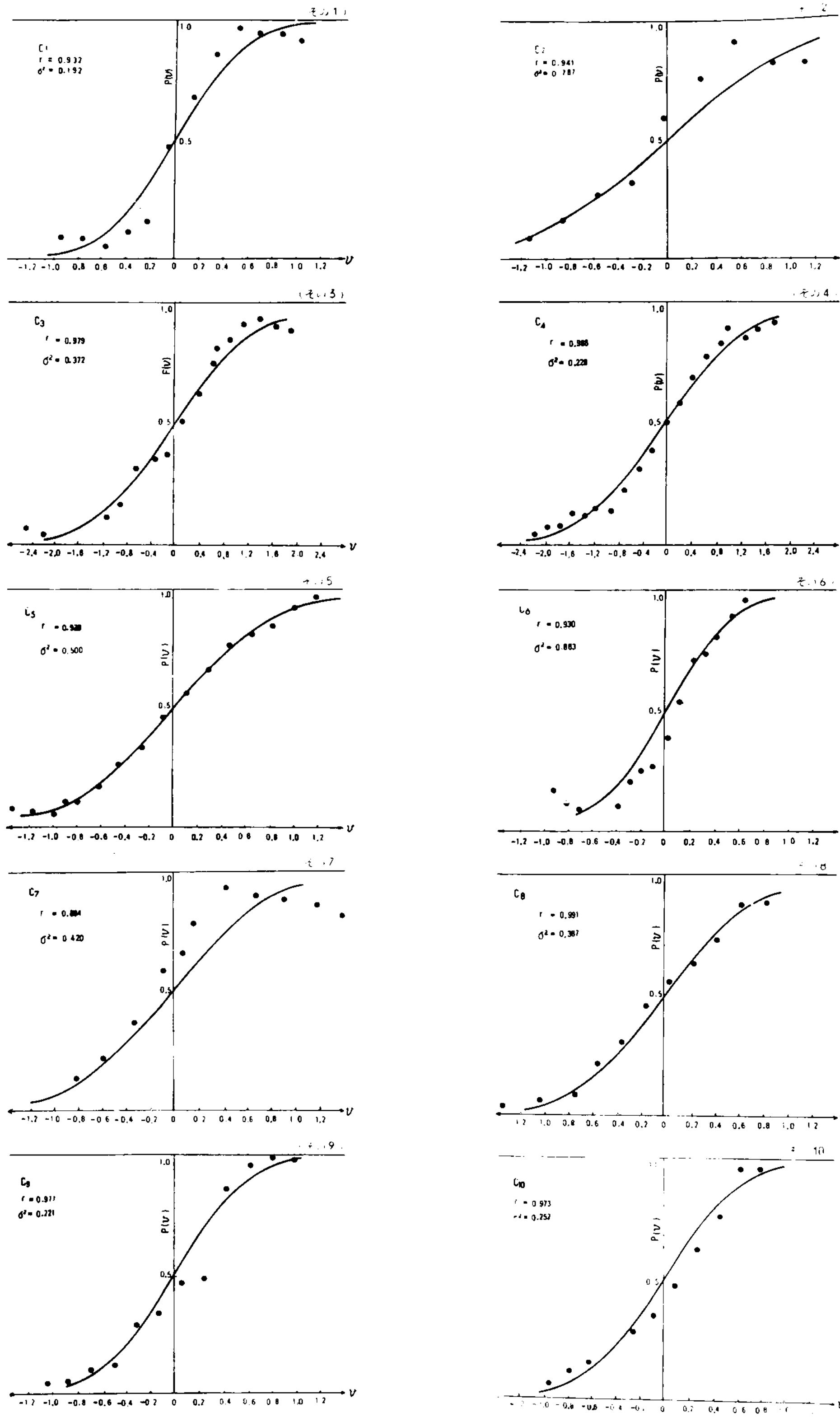


図３・３・１　満足率関数

(3・3・2)v_iとの関係から，世帯 i の評価値は式(3・3・9)で表わせる。

$$u_i = \sum_{j=1}^{10} \sum_{k=1}^{3} \delta_i(jk) X_{jk} + X_0 + u_0 \qquad (3\cdot3\cdot9)$$

よって評価関数は式(3・3・2)の関係をu_0だけ正の方向に平行移動した型である。したがって，先に推定されたX_{jk}，X_0はそのまま評価値の構造であるといえる。そこで表(3・3・8)に示すX_{jk}，X_0は序数的評価値の構造であると同時に評価値の構造でもあり，同一の層内において，2つの世帯AとBの序数的評価値の差 $v_A - v_B$ は評価値の差 $u_A - u_B$ に等しい。そして図3・3・1に示すように，v_iに対して，満足率は正規分布関数に従って増加するのであるから，満足率はまた評価値に対しても正規分布関数に従って増加する。

次に民営借家について序数的評価値と家賃との関係を図3・3・2 に示す。この図によると v_i の増加に対して家賃はわずかに増加傾向を示している。したがって民営借家においてその評価値を増加させようとすれば，つまりより良い住環境の民営借家に入居するためには，より高い家賃の支出を必要とする。しかしこの図からは家賃の分散が大きく，家賃の形成機構は住環境の優劣だけで説明できないことを示している。もちろんより優れた住環境を同一の家賃支出で得るために民営借家以外の住宅を選択することも可能である。

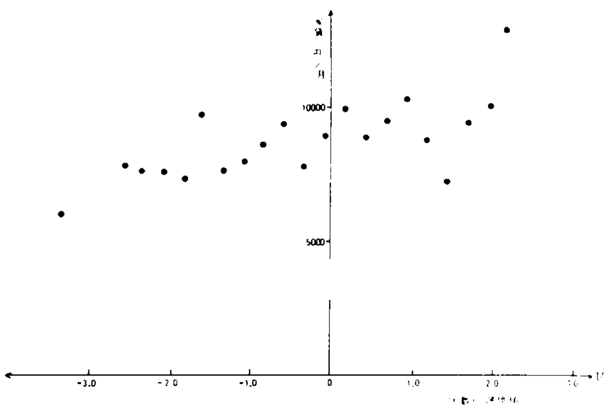


図3・3・2　序数的評価値と家賃(C₃)

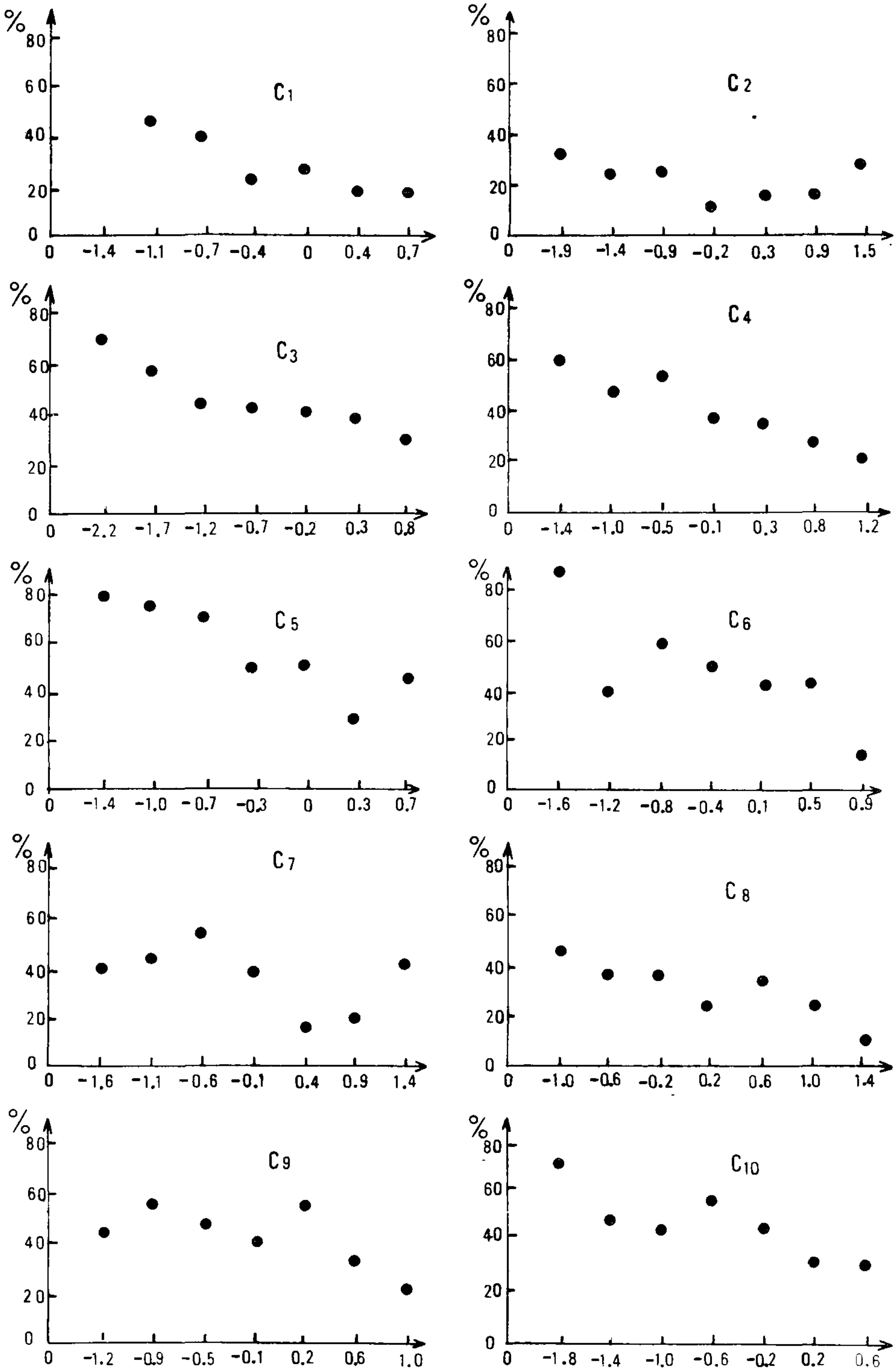
表3・3・9 は各層別の v_i と家賃の平均値を所得形態別に求めたものである。サンプルが少ないため十分な信頼度を確保できないが，先述の10種類の要因から住環境を総合的に評価すると，最も優れているのは給与住宅と公営住宅，次いで公団住宅であり，最も劣るのが民営住宅である。ところが給与住宅に入居できる世帯は非常に限定されているから，本節で定義した住環境の評価値を高めるためには公営・公団住宅の供給に頼らざるを得ない。一方，政府の第二期住宅建設五

ヶ年計画[37]によると，持家建設への援助をも含めて，昭和４６～５０年の間に公的資金によって３８０万戸を，民間自力建設によって５７０万戸の住宅を建設する予定としている。公的資金による内分けは賃貸住宅に重点を置くというものの，借家階層にとって，その半分以上は民営借家に入居せざるを得ない現状である。そしてこういった住宅政策によっては，質的住宅難の根本的な解消は困難と言わざるを得ない。

表３·３·９　序数的評価値と家賃の平均値
（所有関係別）

層	所有形態	持家	民営借家	公営住宅	公団住宅	給与住宅
C_1	序数的評価値	0.9	0.1	0.5	0.2	−0.1
	家　賃（千円）	−	6.3	5.7	5.2	1.0
C_2	序数的評価値	−	0.1	1.0	1.2	0.9
	家　賃（千円）	−	6.2	4.0	11.9	1.5
C_3	序数的評価値	1.3	0.0	1.1	0.5	1.0
	家　賃（千円）	−	8.7	4.3	6.9	2.5
C_4	序数的評価値	0.5	−0.1	1.0	0.4	0.4
	家　賃（千円）	−	7.6	4.2	6.9	2.9
C_5	序数的評価値	0.8	0.1	0.4	0.4	0.7
	家　賃（千円）	−	9.6	5.6	8.9	3.9
C_6	序数的評価値	1.3	0.0	1.1	0.7	0.7
	家　賃（千円）	−	8.7	7.8	7.8	4.7
C_7	序数的評価値	0.9	−0.1	1.1	1.3	1.4
	家　賃（千円）	−	9.0	4.9	7.7	2.0
C_8	序数的評価値	0.6	0.0	0.7	0.8	0.7
	家　賃（千円）	−	8.1	4.7	16.7	3.1
C_9	序数的評価値	0.5	0.1	0.1	0.4	0.1
	家　賃（千円）	−	10.5	4.9	10.2	2.8
C_{10}	序数的評価値	0.7	−0.1	0.3	0.1	0.5
	家　賃（千円）	−	8.5	6.2	8.2	3.2

現在の住宅施設全体に対する評価は住宅および生活環境の質に変化が生じなくても，内部から変化する性質をもっている。それは世帯の層化の基準の時間的推移に起因するものである。たとえば３つの基準のうち，家族人数と月収とは経年的に変化する。その結果，先にあげた１０種類の層の間を世帯は経年的に推移していく。一方，各層によって住環境の評価関数が異なっていることから明らかであるが，世帯が異なった層に推移することによって，その世帯の持つ評価関数と満足水準が変化する。そして当然現在の住環境が不変であっても，その住環境に対する評価値が変化する。したがって世帯は自分の基準が変化する時期をもとに，自分の得ている住環境に対する評価値が変化する時期を容易に自覚することができる。そして現在の評価値を維持し，あるいはより高い評価値を得るために，各世帯は住環境を改善するか，または住みかえをする動機を持つにいたる。こういった評価値と住みかえ計画との関係の実証が図３·３·３に示されている。明らかに現在



縦軸；住みかえ計画をもつ世帯の比率　　横軸；序数的評価値 p

図 3・3・3　序数的評価値と住みかえ計画をもつ世帯の割合

得ている評価値が低い世帯程，住みかえ計画をもつ世帯の占める比率は増加している。

以上の分析によって，先に推定した序数的評価値は家賃，所有関係，住みかえ計画などの具体的概念との対応関係において直観と矛盾しないものであることが明らかとなった。

次に，それぞれの評価要因の水準と，具体的な施設量との関係を実証する。すでに実証したように，１０種類の評価要因の水準と，住環境全体に対する評価との間には統計的に有意な関係があるが，各評価要因の意識水準と施設水準との間の関係を把握しておかなくては，住環境全体に対する評価を施設水準によって表わすことができない。各要因の施設水準の関数として全体の評価を表わすことができて始めて，住環境計画のための重要な情報を与えるモデルとして本方法を位置づけることができるのである。さて第２節で明らかにしたように，評価要因の意識水準を規定する適当な施設量を発見できたとすれば，この施設量と意識水準との関係を定量的に表現することができる。ここでは資料の都合により，評価要因として「住宅の広さ」をとり上げ，この施設量として「畳数」を用いて，第２節で展開した理論を実証する。まず表3・3・10は，全ての世帯について，畳数別の度数を調べたものである。この表によると，ほぼ４畳から１２畳までの間に多数の世帯が集まっている。このように世帯の入居している住宅の広さには大きな差が認められないが，これは本節で用いた資料が民営借家に限定されており，かつ民営借家として供給されている住宅の広さに多様性が少ないためであると考えられる。したがって世帯を１０種類の階層に分類すると，サンプルが偏よる恐れがあるため，この部分の実証に関

表3・3・10　広さの度数分布

広さ	世帯数	広さに対する満足世帯数	満足率
0～ 2畳未満	10	5	0.5
2～ 4	22	6	0.27
4～ 6	471	148	0.31
6～ 8	302	102	0.34
8～10	470	218	0.46
10～12	568	318	0.56
12～14	188	123	0.65
14～16	104	77	0.74
16～18	68	52	0.76
18～20	33	25	0.76
20～22	14	11	0.79
22畳以上	24	21	0.88
計	2274	1106	0.49

しては階層に分類しないで行なう。さて，住宅の広さに関する意識の状態は表3・3・1のように1.十分である，2.普通，3.狭すぎるの3段階に分けられている。そこで1と2との間に境界値を設けると，広さx畳の住宅に住んでいる世帯が十分であると感じる確率$F(x)$は式（3・2・22）で表わせる。この式の推定結果は次のようであった。ここで$\gamma=0$とした。

$$F(x) = 1 - exp\left[-x^{0.49}/3.4\right], \quad (r=0.718)$$

単純相関係数は比較的高く，この推定式と観測式とを図3・3・4に示す。この結果から，住宅の広さという要因においては，意識の状態と畳数との間の確率的な関係は式(3・2・30)のWeibullの分布関数によって表わせるといえる。なおこの場合には，当然$\pi_1(x)=F(x)$である。

住宅の広さ以外の要因について，Weibull分布関数の実証的研究は資料の整備を待って今後の研究課題としたい。

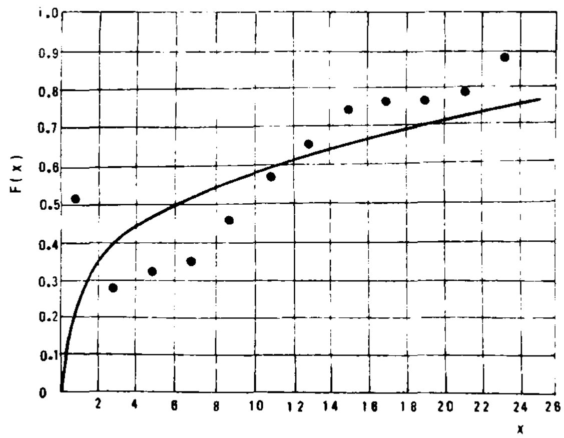


図3・3・4　広さに対する満足率関数

(4) 結　び

本節の分析によって次のことが明らかとなった。まず世帯を所得と家族数と職業によって階層に分類することができる。これらの階層によって評価関数，満足率関数のパラメータは異なるが，いずれも前者は住宅の戸別水準の関数として表わされ，後者は序数的評価値の正規分布関数によって表わされる。さらに住宅の広さに対する満足率はWeibull分布関数によって表わされる。本節で推定した評価モデルを住宅計画に直接応用するためには，さらに多くの実証例について確かめる必要があるが，第2節で一般的に展開した理論は，住宅に対する世帯の評価に応用可能であるといえる。

したがって，本節の住宅に対する評価モデルは住宅計画の合理化に基礎的な貢献をするものであると考えられる。

第4節　生活環境に対する評価モデルの実証的研究[38),39)]

(1) 概　　説

環境という言葉は人間が「住む」あるいは「生活する」という行為があってはじめて意味をもつものであり，環境を評価するということは，すなわち生活という空間的・時間的な場面での人間意識を抽出する事に他ならない。環境の場で営まれる種々の生活行為の中での事象は，一つの複合体として人間の評価意識を形成するが，量的操作の領域内での評価という行為はアンケートという手段でもって，この意識を抽出するという意味をもつ。もちろん複雑に絡み合った人間の意識というものを，ある一つの形式のアンケートによって抽出することは，あくまで妥協的なものにすぎない。その意味で，より厳密な形で意識という不確定的なものを捉えるためにはアンケート方式そのものについて深い考察を必要とする。本節では，この生活環境に対する評価形態を統計的に抽出するために有効な資料を入手できたので，この資料に基づいて，第2節の理論の実証的研究を行なう。

第3節では主に住宅の戸別水準に対する世帯の評価関数を実証したが，本節ではこれ以外の都市生活上必要とされる都市施設に対する評価関数を実証することとする。資料は大阪市総合計画局が昭和45年7月に実施した市民生活に関する世論調査[40)]である。この調査が直接明らかにしようとした点は次のとおりである。

1）住民の現住地および大阪市への定着時期とその理由。

2）居住地周辺の生活環境に対する満足度と生活施設の整備についての評価。

3）暮らし向きの評価や日常生活での不安，不足，生活水準など，日常生活に関する意見，評価。

4）生活上の諸問題が発生した場合の相談相手についての期待。

5）各種相談機関の認知，利用の状況と公聴機関についての期待。

そしてこれらの諸点を調査することによって，ますます劣悪化しつつあるといわれる都市の生活環境の問題点と，それに対する施策の順位づけについての示唆を得るとともに，公聴機関が対象とすべき問題領域についての見通しなどを得ることを目的としている。

(2) 生活環境の評価要因

本節でとりあげた生活環境の評価要因は表3・4・1 に示す22種類であり，それぞれの要因を5段階の水準に分けて調査した。この要因について，各水準別に集計した度数分布を表3・4・2 に示す。この表によると，「十分である」と評価している割合が多いのは「鉄道・バスなどの交通機関」の33.9%であり，「郵便局」の32.8%がこれに次ぐ。一方「非常に不十分である」と評価されている要因は「図書館」の50.6%，次いで「文化施設」，「公民館・集会所」が30%を越している。「やや不十分」と「非常に不十分」を加えて，生活施設に対する評価の悪い要因は「図書館」の70%，「文化施設」，「公園・スポーツ施設」「公民館など」，「保健所」，「児童公園」の6要因が50%以上ある。大阪市の生活環境施設，とりわけ教育文化施設の不備を顕著に表わしていると言える。

表3・4・1 生活環境の評価要因

評価要因	水準				
1 道路（幅員）	1. 十分	2. まあまあ	3. どちらとも	4. やや不十分	5. 非常に不十分
2 道路（舗装）	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
3 交通安全施設	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
4 小・中学校	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
5 保育所	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
6 幼稚園	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
7 交通機関	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
8 下水道など	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
9 郵便局など	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
10 保健所	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
11 図書館	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
12 公園・スポーツ	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
13 消防施設	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
14 建てものこみぐあい	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
15 児童公園	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
16 商店	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
17 医療施設	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
18 用途混合	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
19 公民館など	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
20 文化施設	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
21 警察署など	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
22 街灯	1. 〃	2. 〃	3. 〃	4. 〃	5. 〃
都市施設全体に対する水準	1. 非常によい 2. まあよい 3. まあまあ普通 4. まあよくないほう 5. 非常によくない				

次に要因相互間の従属関係を分析するために，２２個の要因の相関行列を求めた結果を表3･4･3 に示す。これによると，「図書館」と「文化施設」の0.５６５，「保育所」と「幼稚園」の0.５６１，さらに「公園・スポーツ施設」と「児童公園」「公民館」と「文化施設」，「道路幅員」と「道路舗装」などに強い相関があることがわかる。ゆえに２２個の要因の中には独立であると判断できない要因があると考えられるので，評価要因としてこれら２２個の要因すべてを用いて評価関数を統計的方法によって推定することはできない。そこで，この２２個の要因はいくつかの異なる属性を表わしていることが予想されるので，これをいくつかの独立なグループに分類するためにバリマックス法を適用した結果を表3･4･4 に示す。各合成変量と変量との相関係数を構造ベクトルと呼ぶ。この構造ベクトルより各合成変量の特徴は次のように明らかとなった。

表 3･4･2　要因水準に対する相対度数分布

(%)

要因＼水準	1	2	3	4	5	不明
1	9.1	33.5	11.6	29.0	16.5	0.2
2	17.9	38.8	10.1	17.0	15.9	0.2
3	12.7	30.9	19.0	23.2	12.0	2.2
4	17.1	32.9	15.8	12.5	4.7	17.0
5	9.2	17.4	13.7	17.9	14.3	27.5
6	16.3	28.9	14.7	14.3	6.0	19.9
7	33.9	37.1	6.7	13.3	8.1	0.9
8	25.8	35.9	12.9	12.2	12.0	1.2
9	32.8	35.0	11.5	14.2	6.4	0.1
10	6.9	21.8	11.3	25.5	29.1	5.3
11	2.7	5.8	8.6	20.2	50.6	12.1
12	6.5	23.1	10.0	28.5	29.2	2.7
13	13.6	32.2	14.1	21.0	13.3	5.9
14	6.2	23.6	22.6	20.7	25.6	1.4
15	7.9	23.6	10.2	27.4	26.9	4.1
16	25.0	35.0	8.9	20.7	9.2	1.1
17	23.3	44.6	11.5	13.3	6.3	1.0
18	7.3	25.2	27.4	17.6	9.6	12.9
19	5.7	16.2	13.1	26.7	30.0	9.1
20	3.1	10.6	12.3	28.1	38.6	7.3
21	10.6	29.3	4.8	25.4	18.2	1.6
22	23.3	32.4	10.1	19.0	14.7	0.5

第１合成変量：文化施設，図書館，公民館などと高い相関をもち，公共文化施設の水準を表わしている。最も相関の高い要因は文化施設0.890である。

第２合成変量：幼稚園，保育所，小学校などと高い相関をもち，教育施設の水準を表わしている。最も相関の高い要因は幼稚園0.９６４である。

第３合成変量：道路幅員，道路舗装，交通安全施設などと高い相関をもち，交

表 3・4・3　生活環境の評価要因の相関行列

要因＼要因	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1.000																					
2	0.436	1.000																				
3	0.314	0.383	1.000																			
4	0.175	0.108	0.130	1.000																		
5	0.230	0.213	0.250	0.320	1.000																	
6	0.101	0.177	0.187	0.429	0.561	1.000																
7	0.067	0.141	0.164	0.244	0.200	0.276	1.000															
8	0.077	0.246	0.197	0.188	0.148	0.188	0.210	1.000														
9	0.026	0.129	0.081	0.227	0.181	0.294	0.278	0.174	1.000													
10	0.066	0.154	0.111	0.141	0.307	0.273	0.271	0.238	0.181	1.000												
11	0.101	0.135	0.123	0.048	0.211	0.174	0.116	0.048	0.129	0.294	1.000											
12	0.164	0.120	0.223	0.194	0.295	0.257	0.082	0.192	0.265	0.177	0.303	1.000										
13	0.052	0.189	0.201	0.127	0.247	0.262	0.154	0.228	0.257	0.273	0.216	0.366	1.000									
14	0.311	0.164	0.154	0.138	0.137	0.004	−0.024	0.193	−0.016	0.088	0.086	0.231	0.215	1.000								
15	0.183	0.182	0.271	0.189	0.218	0.217	0.118	0.174	0.072	0.140	0.197	0.493	0.262	0.221	1.000							
16	0.065	0.085	0.106	0.237	0.233	0.173	0.346	0.063	0.150	0.167	−0.003	0.022	0.061	0.004	0.049	1.000						
17	0.018	0.094	0.072	0.271	0.193	0.268	0.242	0.191	0.267	0.180	0.021	0.158	0.210	0.069	0.155	0.412	1.000					
18	0.049	0.014	0.126	0.099	0.103	0.066	0.066	0.008	0.074	−0.005	−0.056	0.190	0.072	0.322	0.098	0.145	0.243	1.000				
19	0.037	0.139	0.108	−0.011	0.281	0.119	0.133	0.170	0.122	0.341	0.354	0.249	0.306	0.136	0.176	0.113	0.154	0.103	1.000			
20	0.108	0.172	0.097	0.113	0.296	0.206	0.227	0.129	0.171	0.357	0.565	0.299	0.277	0.130	0.225	0.108	0.116	−0.013	0.480	1.000		
21	0.154	0.257	0.177	0.198	0.311	0.247	0.275	0.101	0.256	0.266	0.221	0.244	0.282	0.111	0.166	0.276	0.155	0.071	0.267	0.327	1.000	
22	0.093	0.154	0.162	0.302	0.252	0.204	0.154	0.138	0.207	0.076	0.094	0.189	0.267	0.184	0.170	0.257	0.218	0.241	0.107	0.107	0.278	1.000

通施設の水準を表わしている。最も相関の高い要因は道路幅員0.988である。

第4合成変量：商店，医療施設などと高い相関をもち，私的サービス施設の水準を表わしている。最も相関の高い要因は商店0.982である。

第5合成変量：公園，スポーツ施設，児童公園などレクリエーション施設の水準を表わしている。最も相関の高い要因は公園・スポーツ施設0.912である。

第6合成変量以下の合成変量は，いずれか一つの変量とのみ高い相関を示し，他の残りの変量とはいずれも低い相関を示す構造となっている。このことは，これらの合成変量がいくつかの変量に共通な変動をとらえていないことを意味して

表3・4・4　合成変量の構造ベクトル

要因＼合成変量	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.087	0.108	0.988	0.004	0.010	0.002	−0.005	−0.011	−0.004
2	0.143	0.144	0.475	0.033	0.001	−0.016	0.075	0.174	0.047
3	0.093	0.172	0.312	0.055	0.146	0.068	−0.004	0.122	0.021
4	0.052	0.475	0.111	0.147	0.079	0.027	0.074	0.080	−0.100
5	0.261	0.665	0.134	0.095	0.067	0.034	−0.044	0.006	0.121
6	0.176	0.964	−0.016	−0.003	0.011	0.002	0.028	0.020	−0.016
7	0.166	0.232	0.028	0.310	−0.009	0.014	0.172	0.133	−0.008
8	0.081	0.157	0.064	0.031	0.135	−0.032	0.098	0.967	0.006
9	0.141	0.249	−0.011	0.103	0.166	0.014	0.938	0.007	0.002
10	0.369	0.212	0.014	0.112	0.018	−0.024	0.061	0.161	0.130
11	0.871	0.017	0.024	−0.043	0.022	−0.021	0.004	−0.029	−0.117
12	0.317	0.202	0.107	−0.031	0.912	0.014	0.024	0.004	0.004
13	0.260	0.200	0.013	0.014	0.264	0.015	0.127	0.123	0.143
14	0.105	0.001	0.309	−0.015	0.176	0.302	−0.063	0.158	0.028
15	0.210	0.172	0.144	0.006	0.514	−0.010	−0.089	0.057	0.017
16	0.043	0.177	0.039	0.982	0.001	0.001	−0.000	−0.001	0.004
17	0.059	0.246	−0.014	0.406	0.109	0.154	0.139	0.111	0.048
18	−0.042	0.074	0.042	0.134	0.190	0.968	0.003	−0.002	0.004
19	0.526	0.038	−0.009	0.082	0.080	0.097	0.014	0.109	0.829
20	0.890	0.055	0.026	0.059	0.007	0.010	0.025	0.042	−0.004
21	0.289	0.201	0.111	0.221	0.106	0.013	0.128	0.002	0.089
22	0.084	0.201	0.063	0.215	0.125	0.178	0.101	0.065	0.001
バリマックス基準	0.048	0.042	0.042	0.040	0.031	0.038	0.033	0.037	0.020

おり，この合成変量によって，従属する変量をグループ化することは無意味である。したがって，先の5つの合成変量のいずれとも高い相関を示さない変量は独立した変量として扱う必要がある。このような独立した要因としては，下水道，郵便局，用途混合がある。そこでこれら独立した要因と，先の合成変量と最も高い相関を示す要因とを合わせて，生活環境施設の評価要因としてとり上げることにする。したがって結局，評価関数推定のための独立な要因は次の8つである。

（代表とした要因）	（従属する要因）
1　道路（幅員）………………	道路舗装，交通安全施設
2　幼稚園 ………………………	小・中学校，保育所
3　下水道施設……………………	
4　郵便局 ………………………	
5　公園・スポーツ施設………	児童公園
6　商店 …………………………	医療施設，街灯，交通機関
7　用途混合 ……………………	建物のこみぐあい
8　文化施設 ……………………	保健所，図書館，消防施設，公民館，警察署など

また，各要因はそれぞれ5段階に分けて調査してあるが，サンプル数が比較的少ないので，これをつぎのように3段階の水準にまとめることにする。

1　十分である。	1　十分である。 2　まあまあ十分である。
2　どちらともいえない。	3　どちらともいえない。
3　不十分である。	4　やや不十分である。 5　非常に不十分である。

そして，これら3水準に分けられた8種の要因によって全体に対する意識の状態 1　良い　と　2　悪い　を判別する。

さて，住宅施設に対する評価モデルは世帯を階層に分けて分析した。これは住宅政策をそういった階層別に実施すべきであるし，それがかつ実行可能であると考えたためである。しかし生活環境の評価モデルは必ずしも階層に分ける意義は大きくない。生活環境は都市内の適当と思われる地域に，不特定多数の住民が利

用できる形で整備される。このためとくにある階層のために生活環境を整備するということは技術的に困難である。そこで，評価モデルを今後の生活環境の計画に有効に役立てるという立場からすれば，都市住民全体の平均化された評価モデルが望ましいと思われる。一方，満足水準や評価関数は原則として，家族構成や所得，職業などによって異なっているから，評価モデルの精度は，住民を階層化した場合にくらべて，平均化された評価モデルの方が悪くなると考えられる。したがって，都市住民全体を１つの階層とみなした場合の評価モデルを今後の計画のために利用するときには，現実の評価はそれぞれの住民によって異なっているということに留意する必要がある。

(3)　評価モデルの推定結果とその考察

ここでも生活環境に対する個体 i の序数的評価値を v_i とすると，前節と同様にして，式（3・2・9）で表わせる。そこで式（3・2・9）を式（3・2・12）を満足するように数量化理論Ⅱ類によって解くことにより，各要因の水準に与えられる序数的評価値 X_{jk}（$j=1, 2, \cdots\cdots, 8$；$k=1, 2, 3$）が求められる。この計算結果を表3・4・5 に示す。相関比 $\eta=0.50$ と小さく，またサンプル数も少ないのでこの結果より多くのことを言うことはできず，本節の意義は方法論の提案にあると思われる。

つぎに，第２節の理論に従って満足率関数を推定する。まず序数的評価値 v_i を級に分け，それぞれの級の満足率の観測値 $\hat{P}_z$ を求めた。つぎに式（3・2・15）によって積分上限値 Y_z を計算した。そしてこの Y_z と級の代表値 $\bar{v}_z$ との関係式（3・2・17）を最小２乗法により推定した。この結果，次式を得た。

$$\bar{v}_z = 1.396Y_z - 0.231 \qquad (r = 0.986)$$

よって，生活環境施設の水準の状態 z のときの序数的評価値 v_z と満足率 P_z の関係は次式で表わせる。

$$P_z = \int_{-\infty}^{\frac{v_z+0.231}{1.396}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} exp\left[-\frac{t^2}{2}\right] dt$$

ここに

$$v_z = \sum_{j=1}^{8}\sum_{k=1}^{3} \delta_z(jk)\, X_{jk} \qquad (X_{jk}\text{は表3・4・5参照})$$

理論値 P_z と観測値 $\hat{P}_z$ との対応を図 3・4・1 に示す。

こうして，生活環境施設の評価モデルもより多くの資料を整えることができれば第 2 節の理論によって記述することができると思われる。

さて第 2 節で明らかにしたように，各要因の水準が満足か否かは，それぞれの要因の具体的な施設量と関係を有しているはずであり，またこのような関係が明示できない限り，物的施設の配置計画と質的な評価という情報とを結合させることは不可能である。そしてこの物的な施設水準を表わす指数を x^j とすると，その施設 j に対する意識の状態確率 $F(x^j)$ は式 (3・2・22) で表わせることを明らかにした。そこで，生活環境施設の x^j を適切に定義することができれば，この関係を実証することができる。生活環境施設 x^j は第 3 節のそれと少し異なる。第 3 節において実証した「広さ」は各世帯のもつ有効度であるが，生活環境施設は一般に不特定多数の人々にとって有効であり得る。したがってこの場合の x^j は施設 j のサービス地域内の住民 1 人あたりの施設量である。

表 3・4・5 評価関数の推定結果

評価要因	水準	X_{jk}	レインジ
1	1	0.381	0.744
	2	−0.002	
	3	0.362	
2	1	0.112	0.318
	2	−0.127	
	3	−0.206	
3	1	0.235	0.644
	2	−0.407	
	3	0.395	
4	1	0.074	0.510
	2	−0.436	
	3	0.039	
5	1	0.602	1.000
	2	0.165	
	3	−0.398	
6	1	0.053	0.148
	2	−0.095	
	3	−0.076	
7	1	0.293	0.706
	2	0.113	
	3	−0.413	
8	1	0.249	0.374
	2	0.262	
	3	−0.113	
		X_0	0.231

実証の対象としたのはつぎの 3 つの要因でありそれぞれの施設量をつぎのように仮定した。

道路幅員　x_i^1 ：ゾーン i の人口 1 人あたりの道路面積（㎡/人）

幼稚園　x_i^2 ：ゾーン i の 0 才～5 才の人口 100 人あたり

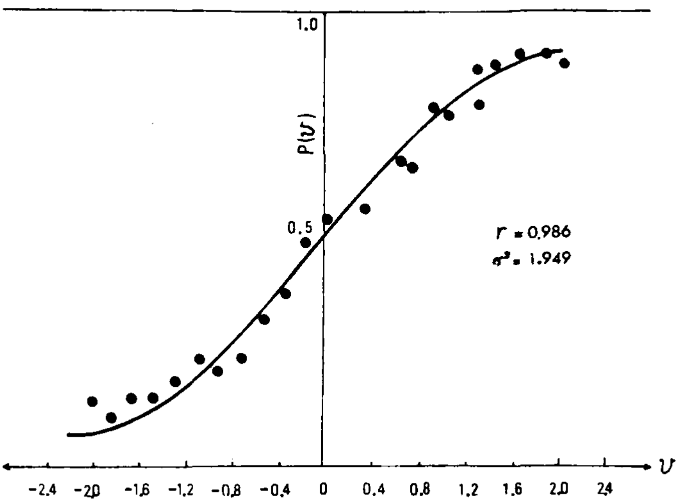


図 3・4・1　満足率関数

の定員数（人/100人）

下水処理施設　x_i^3：ゾーン i の下水処理可能面積率（可能面積/ゾーン i の面積）

これらの x_i^j（$j = 1, 2, 3$）に対して，各要因の3水準のうち，1と2との間に境界を設定して，1 十分であると判断している確率 $\pi_1(x_i^j)$ との関係を推定した結果，つぎの式を得た。

$$F(x_i) = 1 - exp\left[-0.249\,x_i^{0.324}\right] ,（道路幅員）$$
$$F(x_i) = 1 - exp\left[-0.048\,x_i^{0.937}\right] ,（幼稚園）$$
$$F(x_i) = 1 - exp\left[-1.186\,x_i^{0.285}\right] ,（下水処理施設）$$

推定式と観測値との対応を図3・4・2，図3・4・3，図3・4・4に示す。単純相関係数はそれぞれ0.4381，0.7653，0.4856 であった。幼稚園以外の相関係数が低い原因はいろいろと考えられるが，まず階層に分類していないこと，施設量を単一の量で代表したことなどが大きい原因と思われる。階層を分類しないのは先述のように評価モデルを利用する場合の便利さを考えたためであるが，施設量として何

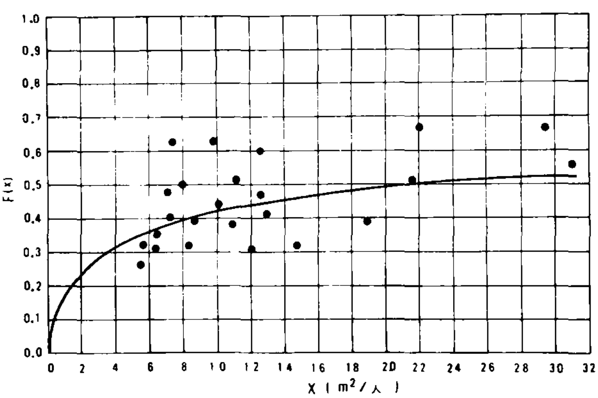


図3・4・2　道路幅員に対する満足率関数

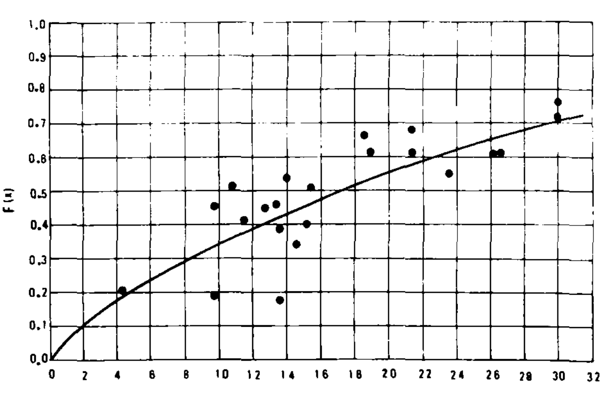


図3・4・3　幼稚園の定員に対する満足率関数

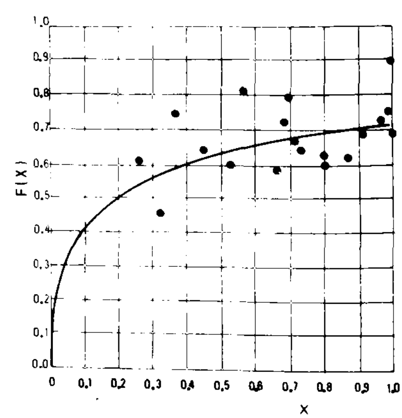


図3・4・4　下水処理施設に対する満足率関数

を採用するかは今後の課題である。とくに2つ以上の施設量を複合して，たとえば道路面積，道路舗装率などによって道路に対する意識の状態を決めるということを今後の研究課題としたい。

(4) 結　び

本節では生活環境施設に対する住民の評価モデルについて実証的に考察した。分析の結果として次のことがいえる。まず多くの生活環境施設は8種類の独立なグループに分類することができる。そして各グループを代表する要因によって評価関数を推定することができる。さらに生活環境全体に対する満足率は評価関数によって与えられる序数的評価値の関数として，正規分布関数で表わすことができる。また個々の施設に対する満足率は，各施設の整備水準の関数としてWeibull分布関数によって表わすことができる。

これによって，第2節の評価モデルの理論は生活環境施設に対する評価に応用可能であるといえる。したがって，現在急速に悪化している生活環境に対して，住民の意識を考慮した施設計画を策定するための分析方法として，第2節の評価モデルの理論は有効であると思われる。しかし生活環境施設に対する評価モデルとして，本節の評価モデルのパラメータをそのまま適用するには実証が不十分であり，今後さらに実証的考察を補充する必要がある。

第5節　CBDに対する事務所の評価モデルの実証的研究[41)]

(1) 概　説

第3節の住環境と第4節の生活環境とはいずれも生活あるいは消費という側面からの評価モデルの実証である。本論は基本的には都市住民のために都市施設を計画するという立場に立っているので，これらの実証では都市住民による都市施設の評価を対象とした。しかしもちろん，生産という側面も都市における重要な活動であり，本節では生産活動主体の例として都心の事務所をとりあげ，事務所による都心部の生産環境に対する評価モデルを実証的に研究する。

大都市において，事務所が求心的傾向をもって集積し，高度の経済的・社会的活動の行なわれる区域は一般にCBD（Central Business District）と呼ば

れる。この地域は景観的にはスカイラインを持つ小さな領域であり，圏域の大量輸送機関が集中し，昼間人口密度のきわめて高い地区であり，都市の他の部分と明確に区別できる。そしてこのＣＢＤに立地する事務所は，ＣＢＤのもつ経済活動を統制し，管理する機能を求めて集中してくる。このＣＢＤのもつ「都市および周辺地域の経済的・社会的活動を，調査，研究，情報提供を通じて決定し，管理し，統制し，これらの活動を円滑ならしめる機能[42]」は中枢管理機能と呼ばれる。

ＣＢＤにおける中枢管理機能の集積は，今後予想される諸条件の変化に照らしても，その規模とスピードはますます強化されると思われる。つまり，政治・経済機能の複雑化・巨大化に伴い，技術革新による交通，通信施設の発達により，より大規模な，より高度な中枢管理機能へと成長するであろう。このような大都市の特定地域への諸機能の集中は，現代の都市問題と言われる交通問題，住宅問題，地価，生活環境悪化等の原因の一つである。

このようにＣＢＤへの諸機能の集中が都市問題の主要な原因であるにもかかわらず，これらの機能が複雑多種であるため，ＣＢＤに対する定量的な分析は少ない。

そこで本節ではＣＢＤ内に立地している事務所が現在のＣＢＤを生産環境としてどのように評価しているかを，第２節の理論を応用して分析する。

分析に用いた資料は大都市企画主管者会議が昭和４０・４１年度に行なった「管理中枢機能調査[43]」である。調査対象は横浜市，名古屋市，京都市，大阪市，神戸市北九州市に本社または支社をおく大企業のうち，後に定義するＣＢＤ区域に立地している事務所である。この調査で定義するＣＢＤは，基本的にはR.E.Murphyが提案したCentral Business Index[44]法を採用しており，商業・業務利用率５０％以上，容積率の下限を横浜５０％，名古屋５０％，京都１２０％，大阪１５０％，神戸１２０％，北九州１００％とし，これに路線価格を参考指標として境界設定を行なっている。

(2) 評価要因と評価主体

評価主体はＣＢＤに立地している事務所であるが，これらの事務所の都市別，産業別の構成は表３･５･１に示すようである。評価関数や満足水準はとくに産業

や資本金が異なれば違っていると思われるが，ここでも第4節と同様の理由から階層分類をしない。すなわち，評価値に影響を与え得る都市施設の整備は不特定多数の事務所に対して実施されるから，ある特定の産業やある大きさの資本金をもつ事務所がどのように評価するかという分析よりも，不特定多数の事務所の評価モデルを明らかにすることの方が重要であると思われるからである。

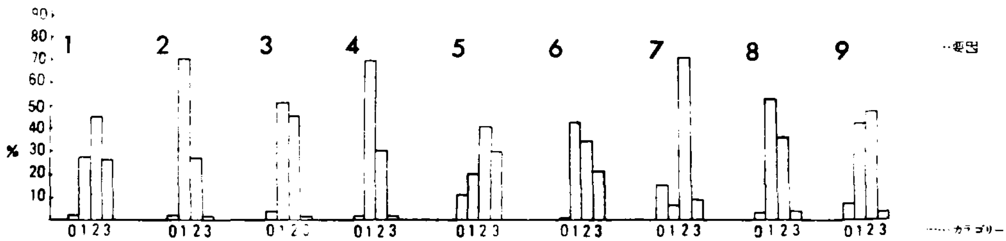
また評価要因としては表3・5・2 に示す9種の要因を採用した。それぞれの要因はいずれも3段階の水準に分けて調査してある。この要因別の水準に対する相対度数を図3・5・1

表3・5・1　都市別・産業別のサンプル数

産業＼都市	横浜	名古屋	京都	大阪	神戸	北九州	大阪外周
総数	291	344	295	320	323	272	116
1 製造業	31	101	20	100	33	71	28
11 生産財・資本財	4	55	5	75	18	30	17
12 耐久消費財	19	23	8	6	5	25	4
13 一般消費財	8	23	7	19	10	16	7
2 卸売	52	85	174	88	47	52	47
21 総合商社	4	8	1	9	9	1	0
22 繊維	12	32	150	38	10	1	11
23 対メーカー	18	24	11	29	17	38	24
24 対小売	18	21	12	12	11	12	12
3 サービス的産業	24	32	17	25	28	30	8
31 対事業所サービス	20	22	13	20	21	23	7
32 印刷・出版	4	10	4	5	7	7	1
4 建設・運輸	78	52	3	63	96	34	29
41 建設・不動・公益	21	41	3	53	15	22	19
42 運輸・倉庫	557	11	0	10	81	12	10
5 金融	106	74	81	44	119	85	4
51 銀行	53	32	38	16	60	42	3
52 証券	12	22	20	14	20	8	0
53 保険	41	20	23	14	39	35	1

表3・5・2　CBDの評価要因

要因	水準		
1 事務所の広さ	1 十分である	2 がまんできる	3 狭すぎる
2 取引先との連絡	1 便利	2 普通	3 不便
3 情報入手の利便	1 有利	2 普通	3 不利
4 通勤	1 便利	2 普通	3 不便
5 駐車施設	1 十分である	2 がまんできる	3 狭すぎる
6 周辺の交通事情	1 よい	2 普通	3 悪い
7 賃貸料・維持費	1 安い	2 普通	3 かかりすぎる
8 この場所の発展の見とおし	1 期待できる	2 なんともいえない	3 期待できない
9 本社・工場など社内の他の組織との連絡	1 便利	2 普通	3 不便



注）カテゴリー1，2，3は表3・5・2を参照，カテゴリー0は不明のサンプル数

図3・5・1　要因別の水準に対する相対度数

に示しておく。この図より現在のＣＢＤの事務所にとっての生産環境をつぎのように概観することができる。

1. 事務所の広さについては約４分の１の事務所が狭すぎると答えており，現在のスペースに対する潜在的な拡張動機は強いと思われる。
2. 取引先との連絡については約７０%が便利と答えておりＣＢＤの著しい特徴といえる。
3. 情報入手の利便が不利と答えたのは１%に満たないが，有利と答えたのは約５１%であり，取引先との連絡の便にくらべてやや低い。
4. 通勤に関しては，都心にある事務所だけであって，不便と答えた事務所はほとんどない。
5. 駐車施設に関しては，１の事務所の広さとともに評価が悪く，がまんできる４０%，狭すぎる３０%と答えており，自動車の増加に対応できていない現状を表わしている。
6. 周辺の交通事情は良い４３%，悪い２１%と分かれており，地区によって差があるといえる。
7. 賃貸料・維持費は普通７１%であり，この答えはＣＢＤの立地条件の良さと経費との比較によるものと思われるので，事務所としては各生産環境に見合った経費を負担しているといえる。
8. 発展の見通しに関しては約５０%が期待できると答えており，期待できないと答えたのは４%にすぎない。
9. 社内の他の組織との連絡は便利４２%，普通４１%であり，非常に連絡の便は良い地区であることを示している。

全体として，事務所の広さと駐車施設とが不満である以外は非常に優れた生産環境といえる。

つぎにこれら9種の要因間の従属関係を分析するために，まず相関行列を求めた。これを表3・5・3 に示す。この相関行列より，第3節，第4節と同様にしてバリマックス法によって，互いに直交する合成変量を求めた。この結果を表3・5・4 に示す。この結果は第3節と同様にいずれの合成変量も唯一の要因という高い相関を示しており，求められた合成変量の中に，ある変量固有の変動だけが大きく含まれることになり，いくつかの変量に共通な変動をとらえることのできるグループ化を明らかにするような合成変量は存在しないといえる。この結果より9種の要因をグループに統合することなく，すべてを独立な要因とみなして以下の分析を続ける。

表3・5・3　CBDの評価要因の相関行列

要因	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.000								
2	0.057	1.000							
3	0.070	0.541	1.000						
4	0.023	0.438	0.325	1.000					
5	0.339	0.092	0.079	0.082	1.000				
6	0.097	0.215	0.154	0.279	0.197	1.000			
7	0.015	0.005	0.018	0.011	0.083	0.099	1.000		
8	0.075	0.246	0.210	0.219	0.116	0.269	0.057	1.000	
9	0.095	0.361	0.362	0.346	0.122	0.219	0.017	0.271	1.000

表3・5・4　合成変量の構造ベクトル

評価要因＼合成変量	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.044	0.999	0.006	0.012	0.006	0.012	0.002	0.009
2	0.989	0.017	0.020	0.042	−0.129	0.040	−0.000	0.031
3	0.642	0.037	0.050	0.064	0.762	0.005	0.004	0.015
4	0.423	0.002	0.905	0.024	0.009	0.021	−0.001	0.018
5	0.068	0.330	0.049	0.071	0.021	0.133	0.059	0.042
6	0.172	0.074	0.204	0.0190	0.018	0.941	0.012	0.010
7	−0.006	0.011	−0.011	0.052	0.022	0.086	0.994	0.001
8	0.204	0.055	0.120	0.969	0.009	0.021	0.008	0.017
9	0.340	0.071	0.197	0.151	0.142	0.080	0.004	0.888
バリマックス基準値	0.092	0.096	0.065	0.086	0.033	0.077	0.097	0.061

(3) 評価モデルの推定結果とその考察

CBD内の事務所がそれぞれの立地場所を生産環境としてどのように評価しているかは各要因別に調査した。しかしその場所を生産

環境として総合的にどのように評価しているかについての調査がないので，これらの要因と総合的な評価との関係を直接推定できない。そこでつぎの方法で間接的に各要因の重要度を推定することにした。事務所はそれぞれの生産活動の発展や現在の立地環境の良否などを考慮して今後の対策を検討する。したがってもし現在の立地環境が悪くなければ当面移転や増築・改築などの動機をもたないであろうし，逆に悪ければその動機をもつに至るはずである。そこで現在の場所の生産環境に対する総合的な評価は，事務所が現在もっている移転や増・改築の計画の動機となっていると考えられる。この計画の動機として，総合的な評価が悪いことの他にも多くの動機はあると思われるが，これは主要な動機であると思われる。ここでは，移転や増・改築の計画をもっている事務所ともっていない事務所とを判別して，総合的な評価が悪い事務所と良い事務所の判別の代りとして，各要因の重要度を分析する。

表3・5・5　評価値の計算結果

評価要因	水準	X_{jk}	RANGE
1	1	0.00747	0.08171
	2	−0.00883	
	3	−0.07424	
2	1	−0.02330	0.06729
	2	0.01201	
	3	0.04499	
3	1	0.03620	0.48768
	2	0.02068	
	3	−0.45147	
4	1	0.04013	0.35999
	2	−0.01054	
	3	−0.31986	
5	1	0.29654	1.00000
	2	0.02740	
	3	−0.70346	
6	1	0.05398	0.12812
	2	0.04510	
	3	−0.07419	
7	1	0.01183	0.23061
	2	0.01461	
	3	0.21877	
8	1	0.00559	0.06205
	2	0.01572	
	3	−0.04633	
9	1	−0.08070	0.08741
	2	0.00671	
	3	0.00399	

先述の９種の要因の水準をダミー変数$\delta_i(jk)$で表わせば，第２節の式（３・２・９）によって序数的評価値v_iが仮定できる。数量化理論Ⅱ類を適用した結果，表３・５・５を得た。この結果，要因の中では事務所の広さが非常に強い影響（RANGE＝1.0000）を示しており，ついで発展のみとおし（RANGE＝0.48768），社内の他の組織との連絡（0.35999）が大きい。また満足率関数を実証するためには，満足（ここでは良い）と総合的に評価している事務所の割合が必要であるが，ここではこの比率が不明であるため実証しない。ただ相関比0.5334という値の精度を図化することが必要であると思われるので，判別された２つのグループ，つまり計画をもっている事務所ともっ

ていない事務のv_iに対する相対度数分布を図 3・5・2 に示しておく。

さて，(2)での分析では事務所の広さに対する評価が最も低いことを指摘したが，(3)の結果でも事務所の広さが最もRANGEが大きいことが明らとなった。そこでつぎに，事務所の広さという要因だけをとりあげて，具体的な広さと評価水準との対応関係を明らかにする。第2節の理論によれば，広さに対して十分であると評価する確率$F(x)$は，広さを表わす施設量xと式（3・2・28）の関係にある。ここで 1. 十分であると 2. 普通との間に境界を設ければ$\pi_1(x) = F(x)$である。そこで，xとして従業人口1人あたりの床面積をとり，業種別に式（3・2・28）を推定した結果，次式を得た。

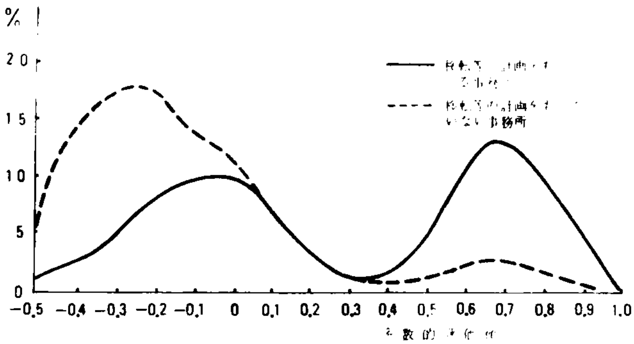


図3・5・2　序数的評価値に対する相対度数分布

製造業　$F(x) = 1 - exp\left[-\frac{x^{0.8998}}{13.96}\right]$，（$r = 0.8315$）

卸売　$F(x) = 1 - exp\left[-\frac{x^{0.9092}}{18.60}\right]$，（$r = 0.8158$）

サービス的産業　$F(x) = 1 - exp\left[-\frac{x^{1.7266}}{122.24}\right]$，（$r = 0.8636$）

建設・運輸業　$F(x) = 1 - exp\left[-\frac{x^{1.2017}}{37.29}\right]$，（$r = 0.7590$）

金融業　$F(x) = 1 - exp\left[-\frac{x^{1.4047}}{55.46}\right]$，（$r = 0.8974$）

全業種　$F(x) = 1 - exp\left[-\frac{x^{1.2217}}{32.51}\right]$，（$r = 0.9112$）

このように相関係数は比較的高く，事務所が広さに対して満足する確率は，就業人口1人当たりの床面積に対してワイブル分布関数によって表わせることが実証された。これらの推定された関数形を図 3・5・3 に示す。これに対し，たとえば大阪市の全事務所の就業人口1人当たり床面積は全市平均（12.0 ㎡/人），西区（16.0 ㎡/人），東区（15.5 ㎡/人）（昭和40年）であるから，満足率は50～

６０％にすぎない。すなわち大阪市全体はもちろん，大阪都心部に立地している事務所の約50％は事務所の広さに対して不十分と評価していることになり，増築・改築などによる事務所の高層化への潜在的な欲求は非常に強いと考えられる。

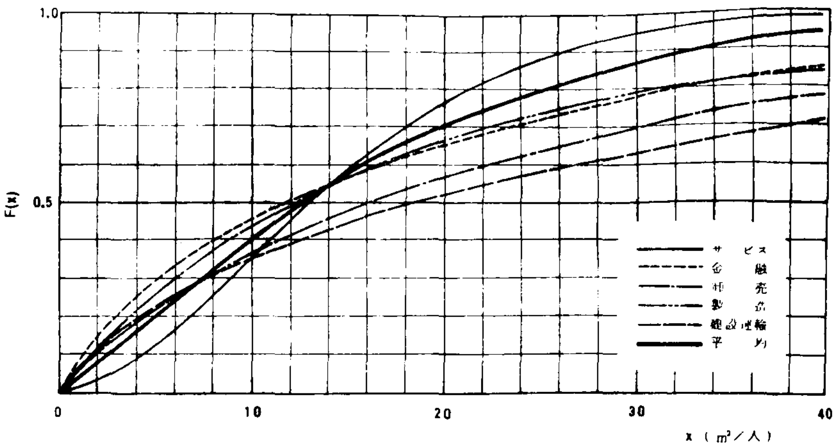


図３·５·３　事務所の広さに対する満足率関数

(4) 結　び

本節で用いた資料は，第２節の評価モデルの理論を実証するために不十分であったので，第２節の評価モデルの一部分を実証するにとどまった。本節の分析によって明らかになったのは次の点である。まずＣＢＤ内の事務所が移転，増築，改築などの動機をもつか否かは，現在地に対する評価と密接な関係がある。そして分析対象とした都市のＣＢＤでは，これらの動機に最も強い影響を与えているのは事務所の広さに対する評価である。さらに事務所の広さに対する満足率はWeibull分布関数によって表わされ，そのパラメータは各事務所の業種によって異なる。

第２節の評価モデルの理論のうち，満足率関数と評価関数についての実証を行なうことはできなかったが，ＣＢＤの生産環境に対する事務所の満足感と動機とは密接な関係があると考えられるから，今後，事務所の満足感についての資料を追加できれば，第２節の理論はＣＢＤに対する事務所の評価にも応用可能と思われる。したがって，本節の分析結果と第2節の理論とは事務所の立地規制や施設整備によって分散化を促進するといった場合の効果的な手段の発見に役立つものと思われる。

第6節　結　　　語

本章では，まず都市に存在する多くの住民や企業を個体と定義した。そしてこれらの個体の都市施設に対する評価を明らかにすることが，都市施設計画の目的を合理化するうえで重要であるという認識のもとに研究を進めた。

個体の消費活動や生産活動は都市施設の整備によって強い影響を受けており，都市施設の整備はこれらの個体に満足のいく活動をできるだけ保証するものでなくてはならない。したがって，個体が自らの環境をどのように評価しているかを分析することは，都市施設をどのように整備すべきであるかということを考えるために重要である。

第1節では，本章の目的が，現代都市社会において都市施設計画の目的の解釈としてどのようなものがあるかを，具体的施設と結びつけて分析することにあることを述べた。

第2節では，都市施設一般に対する個体の評価について若干の仮説を提案し，これを実証する方法を述べた。まずある一つの要因に対してある個体が満足する確率は，この要因の有効度に対してワイブル分布関数に従うと仮定した。つぎに複数個の要因に対する個体の選好を表わす指数を評価値と定義した。一方個体は満足するか否かの基準としてある満足水準をもっており，評価値と満足水準との差を序数的評価値と定義した。そしてこの序数的評価値は要因水準の一次結合で表わせると仮定した。さらにこの線形関数のパラメータは数量化理論Ⅱ類によって推定できることを明らかにした。そして最後に個体群のうち満足する個体の占める比率を満足率と定義し，この満足率が序数的評価値に対して正規分布関数で表わせると仮定した。これら，一要因に対する満足率関数，評価関数および満足率関数を総称して評価モデルと定義した。そして本節の評価モデルを基礎的な理論として位置づけ，第3節，第4節，第5節において，具体的な対象について実証的に考察し，このモデルの応用可能性について検討した。

第3節では住宅に対する世帯の評価モデルを実証的に考察した。この結果をまとめると，次のことをいうことができる。まず世帯を所得と家族数と職業によって階層に分類することができる。これらの階層別に評価関数を住宅の戸別水準の線型関数として，また満足率を序数的評価値の正規分布関数として表わすことができる。さらに住宅の広さに対する満足率はWeibull 分布関数によって表わすことができる。このことより，さらに多くの実証を重ねる必要はあるが，第2節の理論は住宅に対する世帯の評価に対して応用可能であると思われる。したがって本節の方法によって，他の多くの地域で，また時系列的に実証例を増やしていけば，住宅計画の評価について有効な情報を得ることが可能となると考える。

第4節では生活環境施設に対する住民の評価モデルについて実証的に考察した。分析結果をまとめると次のことがいえる。まず多くの生活環境施設は8つの独立なグループにまとめることができる。そして各グループを代表する要因による線型式によって評価関数を推定することができる。さらに生活環境全体に対する満足率は序数的評価値の関数として正規分布関数によって表わすことができる。また個々の施設に対する満足率は，各施設の整備水準の関数としてWeibull 分布関数によって表わすことができる。これらの結果より，第2節の評価モデルの理論は生活環境施設に対する住民の評価モデルに応用可能であるといえる。したがって第2節の理論は，現在急速に悪化しつつある生活環境に対して，住民の意識を考慮した代替案を探策するために，有効な方法であると思われる。しかし本節で推定したパラメータはまだ実証が不十分な点もあり，これらのパラメータを生活環境施設計画に直接適用することには問題がある。

第5節ではＣＢＤの生産環境に対する事務所の評価モデルについて実証した。本節で用いた資料は，第2節の評価モデルの理論のすべてを実証するには不十分であり，部分的な実証にとどまったが，これらの分析結果をまとめるとつぎのようである。ＣＢＤにおける事務所が移転，増築・改築などの動機を持つか否かは，その事務所の現在地に対する評価水準と密接な関係があり，動機の有無は評価水準によって判別できる。また評価要因の中では事務所の広さに対する評価水準が動機の有無に最も強い影響を与えている。さらに事務所の広さに対する満足率は従業人口あたりの床面積のWeibull 分布関数によって表わすことができる。このことより，今

後のＣＢＤの事務所の動向を予測し，また都心対策を進めていくうえて，本節の評価モデルは有効な分析手法といえる。

本章で提案した評価モデルの意義をまとめるとつぎのことがいえる。第２節の評価モデルの理論は，都市内の多くの個体について一般的に適用できると思われるが，本章ではまだこのモデルの一般性を確認するために十分な実証ができたとはいえない。よって第２節の評価モデルは一般性への可能性を持っているが，とくに住民の住環境や生活環境に対する評価および事務所の生産環境に対する評価を定量的に表現することができるといえる。そしてこの評価モデルは，今後計画主体が都市施設を整備していく場合に，住民が希求している代替案を探策し，あるいは提示した代替案に対する住民の評価を推測するために有効な方法であると考えられる。

本章の評価モデルが都市施設の計画目的を合理的に定式化するのに有効であるためには，資料の整備やさらに多くの実証的考察が必要であることはいうまでもないが，これまで質的範ちゅうに残されていた評価という概念を客観的に操作可能な型で定量化する方法を提示できたと考える。本章では資料の都合により，３種類の評価モデルについて実証的考察を行なったにすぎないが，残された多くの評価モデル，とくに交通と公害とに関する評価モデルに第２節の理論を適用してみることも必要であると思われる。そして都市施設計画の評価として重要な多くの側面について，評価モデルを確立することができれば，第２章で概説した評価システムの中にこれらの評価モデルを位置づけることができる。したがって本章の評価モデルの理論とその応用例とは評価システムを開発していく研究過程の第１段階であり，それはまた同時に都市施設計画をシステム化していく第１段階であるといえよう。

第4章　都市施設に関する現象モデルの研究

第1節　緒　　言

都市施設計画には大別して次の2つの型式があると考えられる。その1つは現在の都市現象の中に何らかの問題があって，その問題を解決するために都市施設を整備する必要があるとき，その問題となっている現象に追随して施設を整備する場合である。他の1つは将来の都市現象に何らかの問題が発生すると予測されているか，あるいは現在よりもより望ましい都市像を造り出したいとき，先行的に施設を整備することによって，現象を誘導する場合である。そしていずれの場合でも，問題となっている現象に対して施設整備がどのような効果を与えるか，あるいは施設整備が現象をどのように変えていくか等について，都市施設の計画主体は明確に把握しておく必要がある。したがって，都市施設整備に起因する現象の変化を表現したモデルは，都市施設を合理的に計画するために重要であると考えられる。そこで本章では，都市地域における都市施設に直接，間接に影響を受けている都市現象を，都市施設との関係に重点を置いて表現したモデルについて考察する。このモデルが一般的に認められる客観性をもち得た場合，モデルを操作することによって，施設計画の代替案が都市現象に与える影響を予測することができ，その予測結果から各代替案を比較することができる。したがって都市施設計画にとって有効なモデルの主要な要件は，第1に現象を正確に再現できることであり，第2に操作可能なことであるといえよう。

第2章でも述べたが，現象システムの値域は評価システムの定義域と同等である。すなわち，評価システムの評価要因の集合を$\boldsymbol{X}$とすると，現象システムが包含すべき要因の集合$\boldsymbol{Z}$は，$\boldsymbol{X} \subset \boldsymbol{Z}$でなければならない。この集合$\boldsymbol{Z}$が現象システムの定義域である。都市施設計画にとって，都市の現象モデルは都市現象の本質的な特徴を説明することができるような包括的なものであることが望ましいが，都市現象のあ

らゆる側面がその中に含まれている必要はないと思われる。もし必要以上に定義域を広げると，現象システムが非常に複雑となり，計画システムの効率を低下させる恐れがある。そこで，評価システムによって評価要因の集合$\boldsymbol{X}$をまず明らかにし，その集合の中の要因に強い影響を与える要因の集合$\boldsymbol{Z}$によって，現象モデルの対象を限定すれば十分であると思われる。ここで，この定義域$\boldsymbol{Z}$の中に含まれる要因間の相互依存関係を定式化したものを現象モデルと定義する。さらにモデルに用いられた要因の中に，計画主体にとって制御可能な要因があるか，あるいは相互依存関係を制御できる場合に，このモデルを制御可能なモデルと定義する。

さて現象モデルにはマクロモデルとミクロモデルの２つの種類がある。ミクロモデルとは個人あるいは何人かの個人からなる明確に定義されたグループの行動モデルである。これに対しマクロモデルとは要因の集計量相互間の関係を記述したものである。これら２つのモデルにはそれぞれ固有の特徴があり，モデルを利用する目的に応じてマクロモデルとミクロモデルとが使い分けられる。そこで本章の目的とする都市施設計画のための現象モデルとしてはどちらのモデルを採用するのが望ましいかについて第２節で考察する。そしてその考察の結果をふまえて，現象モデルの特徴を「行動仮説」，「選好関数」，「選択ルール」の３つの概念によって説明し，これらを一般的に展開する。さらに第２節で一般的に展開した現象モデルの理論を，第３節以降で実証的に考察する。まず第３節では都市圏における人口分布を対象として，選好関数に代るものとして「摩擦費用」を仮定し，人口は「摩擦費用あたりのエントロピーを最大にする」ように分布するという仮説を実証する。第４節では都市圏における市街化現象を対象とする。まず選好関数として，「適地度関数」を仮定し，土地需要者は「より大きな適地度をもつ土地を選好する」という仮説のもとで，「より大きな適地度をもつ土地から市街化されていく」という選択ルールを仮定し，これを実証的に考察する。第５節では都市圏における土地利用の分布を対象とする。ここでも第４節と同様に，選好関数として，各用途別の「適地度関数」を仮定し，この関数の特徴について現況資料から基礎的な分析を行う。第６

節では住宅の選択モデルについて実証的に考察する。まず住宅の所有形態による世帯属性の違いについて判別分析する。つぎに対象を民営借家住宅に限定して，まず各世帯は「効用の大きい住宅を選好する」という仮説を設け，選好関数として「住宅効用関数」を仮定し，この関数を実証する。

こうして，まず現象モデルの一般的な考察を行い，ついで都市施設と関係が強いと思われる4種類の現象モデルについて実証的に考察し，最後に第7節で実証結果をとりまとめ，本章の意義と問題点について述べ，結びとする。

第2節　現象解析の方法論

(1) 概　説

現代の都市を研究すること，理解することは容易でない。数多くのしかもばらばらな力が，都市環境の物的な形態の上に成長と更新を促そうとして働いている。物理的な現実が社会的現実と密接に結びついている。都市の大きさと人口密度という点からだけみても，現代の都市は過去のいかなる都市よりも複雑な性質をもっている。この複雑きわまる都市の諸現象に対して従来からあらゆる分野からの接近が試みられてきた。

マクロな都市現象を対象とした理論のなかで，より古くて一般的なものは「比較都市論」と呼ばれるものであり，そこでは都市社会と非都市社会の違いが強調される。この理論は都市化，すなわち非都市社会の都市社会への社会的変容を問題としている。この理論の基本的な仮説は，都市と農村は社会組織の両極端を代表しており，この両極の間に1つあるいはいくつかの基準によって規定されたすべての社会を位置づけることが可能であるということであった。このように都市社会をその反対物と比較するという方法は，社会学においては長い歴史を持っている。しかし，これらの理論に対する批判は，R. Dewey によって詳細になされているが，その要点は，何が都市的特徴であって，何が都市的特徴でないかに

ついてあいまいであることにある。こういった比較都市論は，その後の社会学に大きな影響を与えた。[45]

マクロな都市現象を対象としたもう一つの理論は，都市生態学[46]と呼ばれるものである。E.W.Burgess の同心円理論（concentric zone theory），H. Hoyte の扇形理論，C.D.Harrisの多核心理論，B.J. Bervyの紐状都市（ribbon pattern），W. Christallerの中心地理論（central place theory）等は，いずれもこの都市生態学の系譜に属する。この都市生態学は，A.Hawley によって集大成された。しかし，L.Reissma[47]が批判しているように，都市生態学は，都市に関する多くの知識を生みだしたが，その後の都市の急激な変動に耐えることができなかった。都市生態学において一般的に展開されてきた理論が，実は，ある一時代の一定の文化に結びついた固有の理論でしかないことが判明するにつれて，マクロな都市現象の記述は，現象の原因にまでさかのぼったより深い考察を必然的に反映したものとなった。こうしてマクロな都市現象の一連の基本的パターンと原理の追究は，原因と結果の関係を把握することであると認識され，計量経済学の発達の刺激を受けて，近年では統計手法の適用によるこの因果関係の推定を重視する傾向となってきている。

都市現象を巨視的にみるか，微視的にみるかは，その現象モデルを全体の計画システムの中のどこに位置づけるかによって決まる。マクロモデルの対象とする集計量は個々の微視的個体の合計にすぎないのであるから，微視的な個体の行動の累積された動きが巨視的な現象となる。現代の経済学で用いられるマクロ経済学とミクロ経済学の相違も，現象の本質は同じであるが，それぞれの理論の目的が異なるために生じた，いわば人為的なものにすぎない。経済学におけるマクロの理論では，個々の価格の決定に関する諸問題は分析の対象から除外されているので，個々の経済単位と集計量の間の関係は明らかでない。しかし，集計量を扱うことによって問題を単純化したために，経済全体の状態と進歩を，ごく少数の単純な集計量によって記述することが可能となる。都市の現象においてもこれと同様なことが言及され得る。すなわち，現象の内部に存在する多様な行動主体の行動が除外されて，何らかの基準によって得られた集計量（たとえば，ゾーンによって集計された人口）の動態に関する理論は，都市現象の全体の状態と変化と

を単純な要素によって記述することを可能にする。しかし，都市生態学の箇所で述べたように，このようなマクロな現象の単なる記述は，近い将来，それぞれの行動主体の行動形式に変化が起これば，マクロ現象は違ったものになるだろう。しかもマクロ現象は，個人の行動を implicit に，つまりブラックボックスに閉じこめたままで，モデル化されているのであるから，何故違ったものになるかということは，明解に説明され得ない。したがって，都市現象を表現するマクロモデルを開発するためには，その前提として行動主体の行動の仕方についての仮説を明示する必要がある。なぜならマクロ現象をマクロモデルによって説明することが困難になった場合，われわれは仮説を再吟味するという手段をとることができる。もし仮説がブラックボックスに閉じこめられたままの状態だとすると，現象をモデルによって説明することが困難となった場合，われわれは過去のマクロモデルをまったく精算して，何らの手がかりもない状態から，新しい現象を表現できるマクロモデルの開発にとりかからなければならない。このように仮説のないマクロモデルは科学的な積み重ねを困難にさせる恐れがあるといえよう。しかしそれでも，行動形式に大きな変化が生じないとみなされる短期間の現象の説明には仮説のないマクロモデルも非常に有効な方法であるといえる。

一方ミクロモデルとは本質的に行動モデル[48)]であるから，個人の行動の目的や制約などは explicit に表現されており，個人の価値観が変化して行動目的が別のものになっても，一般的にはモデル自体は普遍性を保ち，行動結果だけが別のものになる。ミクロモデルは必然的に行動主体によって異なるから，都市現象の全体を説明するためには行動主体の数と等しいだけのミクロモデルが必要になり，非常に複雑となってくる。しかし都市施設と都市のある特定の行動主体との関係を把握する場合にはミクロモデルは非常に有効であることはいうまでもない。

したがって，現象モデルを計画システムの中のどこに位置づけるかによって，マクロモデルとミクロモデルのどちらが適当であるかが決まってくる。本論では第2章でも述べたが，都市施設計画の効果を都市全体としてマクロに把握できる計画システムを対象としている。そこで本章ではマクロモデルに関して基礎的に考察する。しかしマクロモデルには前述のような問題点があるので，ここではこれらの問題点に対して次のような方法をとる。まずマクロモデルは単純な集計量

の動態を説明するものであるが，この動態をより正確に説明するために必要であれば，この集計量の中に含まれている異質なグループを分離して，このグループの動態をそれぞれモデルとして表わす。またマクロモデルはその集計量あるいはグループ内の個々の行動主体の行動目的についてはブラックボックスに入れたままであるが，ここではこれらの行動主体の平均的な行動目的を選好関数と名付ける。そしてこの選好関数に対する仮説を設け，この仮説からマクロモデルを導き出す。このようにマクロモデルにミクロモデルの長所をできるだけ取入れることによって，マクロモデルの問題点をできるだけなくしていく。(2)でこの仮説について考察し，(3)では選好関数を推定する方法を明らかにする。

(2) 行動モデルの仮説

さて現象システムを開発するにあたっては，行動主体の行動に関する仮説を設け，その仮説から演繹してモデルをつくらなければならないということはすでに述べたところである。ここではまず，この仮説について考察する。

個人の行動に対する最も典型的な仮説は，古典的消費者行動理論における効用理論である。生産者である企業家の行動については，貨幣利得を極大化するという原理は，正しい仮説としてこれまで考えられてきた。そして，消費者の行動についても企業家の行動原理と類似した原理を探すという動機は自然であった。ここから選好仮説[8)]が消費者行動の原理として発展させられてきた。選好仮説とは「現行の市場条件以外のものによって少しも影響されない理論上の消費者は，彼の直面する様々な選択対象の中から自分が最も選好する，すなわち自分が最も高く位置づける選択対象を選びだす」[49)]ということである。すなわち，この仮説では，選好尺度あるいは序数的効用関数の存在が仮定されており，この関数によって選択対象の序数的効用を各自が計算し，最大の効用を与える選択対象を選ぶというのが消費者行動であるとされている。しかし，この仮説には，現実的な問題としていくつかの問題点があると指摘されている。1つは，消費者の選択対象が，ある限定された範囲の中にあって，市場にある財のすべてでないこと，今1つは，選択対象に関する情報は有限であって，厳密な意味での序数的効用は不明であることなどである。しかし，この仮説は，消費者行動の原則として現在のところ最も合理的なものと考えられる。ただ経済学においては，この仮説が経済現象を無

矛盾に説明づけるために用いられている。そこで，次に経済学が展開してきた効用理論を現実の現象に応用し，かつモデル化する方法について述べることにする。

伝統的な経済理論には，次のような仮定がおかれている。まず，選択主体は経済的かつ合理的な経済人（ economic man ）であり，彼は，自らが置かれている環境の関連する諸状況について，不完全ながらも明確で豊富な知識を有しているものと仮定されている。また彼は，組織化され，安定した選好体系を有し，彼にとって選択可能な代替的行動のうちでどれが彼の選好尺度上での達成可能な最高点に彼を到達させ得るかを算定可能ならしめる計算技術を有するものと仮定されている。

この経済人の合理的選択の要素をH. A. Simon は，[50] 次の６つの概念によってまとめている。

(i) 選　択　財

これは，選択の対象となる代替的な行動案である。数学的モデルでは，客観的に可能なすべての選択財を点集合Aで表現することができる。なお，Aの要素をaとする（ $a \in A$ ）。

(ii) 選択主体によって知覚される選択財

選択主体による選択は，客観的に可能なすべての選択財のうちの，より限定された選択財を対象にしてなされることがある。この場合，選択主体によって知覚される選択財の集合$\mathring{A}$は，Aの部分集合で表現することができる。すなわち，$\mathring{A} \subset A$である。

(iii) 可能な将来の状態あるいは選択の結果

これは，点集合Bで表現することができる。なお，Bの要素をbとすると（ $b \in B$ ）。

(iv) 利　　得

選択のもたらす結果に選択主体が付与する「効用」あるいは「価値」を利得（ pay－off ）という。この利得は，Bの要素bのすべてについて定義された実関数$V(b)$によって表現することができる。

(v) 特定の選択財aが選択されるときにBのうちのどの結果が実際に生じるかについての情報

モデルでは，この情報は a（A あるいは $\mathring{A}$ の要素）の部分集合 B_a への写像によって表現することができる。 B_aは，選択財 a が選択されるときに生じると予想される結果の集合である。

(vi) 特定の選択財が選択されるときに特定の結果が生じる確率についての情報

これは，(v)の場合の情報よりも正確な情報である。というのは選択財 a が選択されるときに b が生じる確率 $P_a(b)$ が，B_a の要素 b のおのおのについてわかっているからである。なお，$P_a(b)$ は $\sum_{B_a} P_a(b)=1$ である非負の実関数である。

このような要素を用いて，選択の経済人モデルの決定ルールは，次のように定義される。

(i) マックシミンのルール；いかなる選択財を選択した場合でも，その起こりうる成果のうちで最悪の成果が生じると仮定し，その最悪の成果のうちで最善のものを選択する。すなわち，

$$V(\hat{a}) = \underset{b \in B\hat{a}}{Min}\, V(b) = \underset{a \in A}{Max}\, \underset{b \in B\hat{a}}{Min}\, V(b)$$

(ii) 確率的ルール；特定の選択財を選択するとき，特定の結果が生じる確率がわかっているとし，利得の期待値を最大にする選択財を選択する。

$$\hat{V}(\hat{a}) = \sum_{b \in B\hat{a}} V(b) \cdot P\hat{a}(b) = \underset{a \in A}{Max} \sum_{b \in B\hat{a}} V(b)\, Pa(b)$$

(iii) 確実性ルール；選択財の結果が一意的にわかっているとき，利得を最大にする選択財を選択する。

$$\hat{V}(\hat{a}) = V(Ba) = \underset{a \in A}{Max}\, V(Ba)$$

これらのルールを都市地域における行動モデルの仮説としてそのまま採用することは現実的でない。なぜならこれらのルールは選択財集合から一つの選択財を選択するミクロモデルであるが，先述したように本論の対象はマクロモデルに対する行動仮説であるので，我々は必ずしもどの選択財を選択するかに関する仮説は必要としない。われわれが必要とするのは，ある統計的集計量としての行動主体の集合がそれぞれの選択財をどれだけ選択するかという行動に対

する仮説である。そこで次にこれらのミクロモデルに対する仮説をマクロモデルに対する仮説へと展開する。

仮説は，2つの部分からなる。1つは，行動主体の選好関数が何かということについての仮説であり，他の1つは，選択の法則（ルール）に関する仮定である。まず代表的と思われる選択の法則（ルール）を述べ，つぎに選好関数の特徴とその推定方法を述べることにする。

今，選択財の集合をAとし，Aの要素をaとする。（$a \in A$）。この集合Aの部分集合$\mathring{A}$が選択主体によって知覚される選択財の集合であるとする（$\mathring{A} \in A$）。合理的経済人モデルでは，現実の選択財と成果とを区別しているが，ここでは簡単化のためこの区別をせず，集合Bの概念は用いない。選択財aに対して，選択主体が賦与する価値または効用を表わす関数を選好関数と呼ぶ。さて，選択主体が全く同一の価値観をもった個人の集合であれば，唯一の選好関数を仮定することができる。しかし，都市地域におけるいかなるグループも，その内部にいる各個人の間には必ず質的に異なった多様性がある。グルーピングの方法によってこの多様性を減少させることは可能であるが，それを完全になくすことはできない。計画システムでは，場合によってこの多様性とは無関係にシステム全体としての視野からグルーピングを指定することがあり，各グループに含まれる多様性が非常に大きくなることが考えられる。しかし，その多様性を前提として，それぞれのグループには，ある1つの選好関数が仮定されなくてはならない。

さてあるグループに属する任意の個人が財aに賦与する効用をV_aとすると，この効用は同一の財aであっても各個人によって異なる。いまこのグループ内の個人が財aに対して賦与する効用のグループ全体での平均値を$\overline{V}_a$とおき，その分散をσ_a^2とおく。さらに財aの特性ベクトルを$\boldsymbol{x}_a$とするとき，このグループに唯一の選好関数を仮定するとすれば，次式で表わすことができる。

$$\overline{V}_a = f(\boldsymbol{x}_a) \qquad (4 \cdot 2 \cdot 1)$$

ところが，このグループの唯一の選好関数は式（4・2・1）からも明らかに，それぞれの財に対する効用の平均値を求めるものであって，各個人の効用を求めるものではない。このため，この選好関数だけでは，グループ内の各個人が2

つの選択財 a あるいは b についてどちらを選好するか，あるいはこのグループが a と b をどれだけ選好するかは不明である。そこで次の仮定を設ける。「このグループ内の任意の個人が財 a に対して賦与する効用 V_a は平均値 $\overline{V}_a$，分散 σ_a^2 の母集団よりとられた任意標本である」。しかし，この母集団に関する知識を先験的に得ることはできないから，この母集団から標本を抽出して，その標本の特性から母集団に関する知識を推測する必要がある。いま V_a，V_b の確立密度関数を $\varphi_a(V)$，$\varphi_b(V)$とすると，図4・2・1のように表わされる。この図は，財 a と財 b に対する効用が，ある1つのグループ内部でバラツイていることを表わしている。

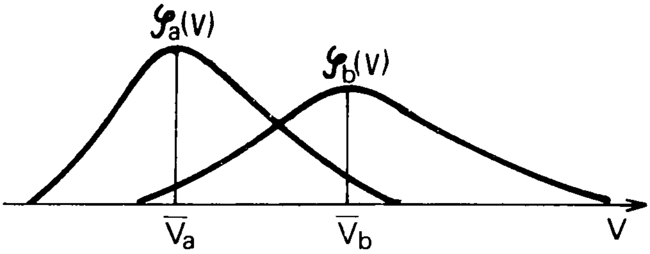


図 4・2・1　2つの選択財に対する効用の分布

確実性ルールが任意の個人について成立することは明らかである。あるグループに属している任意の個人は，$V_a>V_b$ のとき a を選択する。しかし，その個人の母集団であるグループがどの選択財を選択するかについて，この確実性ルールは，確定させることができない。このルールは，このグループが各選択財を選択する確率を与える。個人が a を選択するのは，$V_a>V_b$ のときであるから，グループからとられた任意の個人が a を選択する確率は $V_a>V_b$が成立する確率 $P_r(V_a>V_b)$ に等しい。いま $\varphi_a(V)$ と$\varphi_b(V)$とが独立であると仮定すると，$P_r(V_a>V_b)$ は，次式で表わせる。[51)]

$$P_r(V_a>V_b)=\int_{-\infty}^{\infty}\varphi_a(z)\left[\int_{-\infty}^{z}\varphi_b(t)\,dt\right]dz \qquad (4\cdot2\cdot2)$$

さらに，このグループが正規母集団であるとみなせる場合には，確率密度関数は，次式で表わせる。

$$\left.\begin{aligned}\varphi_a(V_a)&=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_a}\cdot exp\left[-\frac{(V_a-\overline{V}_a)^2}{2\sigma_a^2}\right]\\ \varphi_b(V_b)&=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_b}\cdot exp\left[-\frac{(V_b-\overline{V}_b)^2}{2\sigma_b^2}\right]\end{aligned}\right\}\qquad(4\cdot2\cdot3)$$

今ここで，新たな変数 $V=V_a-V_b$ を定義すると，$P_r(V_a>V_b)=P_r(V>0)$ である。そして，正規分布の再生性の定理よりV も確率変数となり，平均値 $\overline{V}=\overline{V}_a-\overline{V}_b$，分散$\sigma^2=\sigma_a^2+\sigma_b^2$ の正規分布に従う。したがって，

$$P_r(V>0)=\int_0^{\infty}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}\cdot exp\left[-\frac{(V-\overline{V})^2}{2\sigma^2}\right]dV \qquad (4\cdot2\cdot4)$$

ここで，$(V-\overline{V})/\sigma=z$とおくと，$dV=\sigma dz$ であるから，

$$P_r(V>0)=\int_{-\frac{\overline{V}}{\sigma}}^{\infty}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\cdot exp\left[-\frac{z^2}{2}\right]dz \qquad (4\cdot2\cdot5)$$

また，標準正規分布の対称性より

$$P_r(V>0)=\int_{-\infty}^{\frac{\overline{V}}{\sigma}}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\cdot exp\left[-\frac{z^2}{2}\right]dz \qquad (4\cdot2\cdot6)$$

となる。結局，標準正規密度関数を$\phi(z)$ とおくと，式（4・2・7）で与えられるように，グループからとられた任意の個人が，a と b とを比較して a を選択する確率は，正規分布関数に従う。

$$P_r(V_a>V_b)=\int_{-\infty}^{\frac{\overline{V}}{\sigma}}\phi(z)\,dz \qquad (4\cdot2\cdot7)$$

これが，2つの選択財の選択行動を個人に対して“確実性ルール„を仮定して記述する論理である。さらに，一般的には選択主体によって知覚される選択財の集合 $\mathring{A}$ に2つ以上の選択財が含まれる。選択財が1，2，……，L あって，選択主体がそれぞれに賦与する効用は，各財について独立な確率変数であるとすると，財iの効用V_iは，$N(\overline{V}_i,\ \sigma_i^2)$に従う。“確実性ルール„では，効用の最大な財が選択されるから，財 i の効用 V_i がすべての財の効用のうちで最大である確率を P_i とすると，選択主体は，確率 P_i で財 i を選択することになる。こ

の確率 P_i は次式で求められる。

$$P_i = P_r\left[V_i = Max(V_1, V_2, \cdots\cdots, V_L)\right]$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_i(x) \cdot \prod_{\substack{j=1 \\ (i \neq j)}}^{L} \Phi_j(x) \cdot dx \qquad (4 \cdot 2 \cdot 8)$$

ここに，

$$\varphi_i(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_i} \cdot exp\left[-\frac{(x-\overline{V}_i)^2}{2\sigma_i^2}\right] \qquad (i=1, 2, \cdots\cdots, L)$$

$$\Phi_j(x) = \int_{-\infty}^{x} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\cdot\sigma_j} \cdot exp\left[-\frac{(t-\overline{V}_j)^2}{2\sigma_j^2}\right]dt \qquad (j=1, 2, \cdots\cdots, L\ ;\ i \neq j)$$

なお，式（4・2・8）より明らかに $\sum_{i}^{L} P_i = 1$ である。

さらに，今，選択主体がDの需要を発生するとき，各選択財への需要が D_1，D_2，………D_L となる巨視的確率は，1単位の需要をもつD人の選択主体からなるグループが各選択財へそれぞれ D_1，D_2，………D_L人ずつ需要する巨視的確率に等しく，次式で表わされる。

$$P_r(D_1, D_2, \cdots\cdots; D_L; D; P_1, P_2, \cdots\cdots, P_2)$$

$$= \frac{D!}{\prod_{i=1}^{L} D_i!} \cdot \prod_{i=1}^{L} P_i^{D_i} \qquad (4 \cdot 2 \cdot 9)$$

この巨視的確率が最大となるように需要が分布すると考えるのが妥当であると思われるから，結局，各財への需要は，$D_i = P_i D$，（$i=1, 2, \cdots\cdots, L$）となる。すなわち，全需要Dのうち，選択財 i への需要 D_i の比率は，財 i が選択される確率に等しい。

確率ルールとは，期待効用（ expected utility ）の大なる選択財を選択するということであり，これは先の確率密度関数を用いれば，選択財 a と b に対して，

$$\int_{-\infty}^{\infty} V \cdot \varphi_a(V)\,dV > \int_{-\infty}^{\infty} V \cdot \varphi_b(V)\,dV$$

なるときに a を選択することを意味する。ただ，経済人モデルにいう expected utility の意味することとは全く異なる。その場合のexpected utility とは，選択財が一人の個人に与える効用が時と場合により異なっていて，その平均値という意味である。いわば，消費財の品質が同一の銘柄といえどもバラツキがあって，その銘柄の財の平均的品質を表現するものである。そして，消費者は，その平均的品質の優れた銘柄を選択するというルールである。これに対して，先述の確実性ルールに用いたグループの分散というのは，その定義からも明らかなように，一つの選択財に賦与する効用がグループを構成する個人によってバラツイていることを表わしている。しかし，都市地域における選択財集合の中には，経済人モデルの確率ルールの仮説のように，同一の部分集合に属していても，その中に含まれる個々の選択財に効用のバラツキがあると考えられる場合がある。その典型的な例は，宅地選択の場合である。都市化の過程を予測する場合，その選択主体は人口集団である。このとき，ゾーンによって区別された個々の区域をそれぞれ選択財とみなすことにすると，その区域の内部の土地には，さらに多様性がある。こういった状況は，一般に図４・２・２のようにまとめられる。

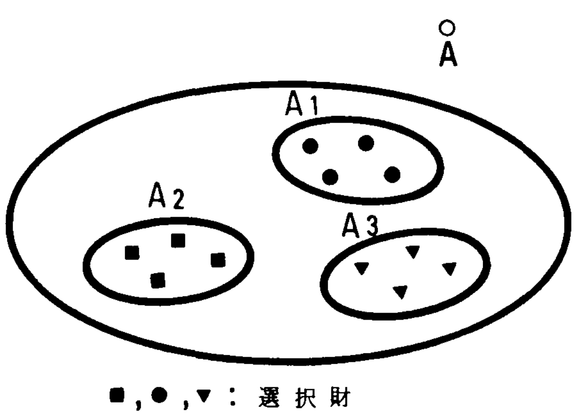


図４・２・２　選択財の部分集合

知覚される選択財集合 $\mathring{A}$ の中にある選択財は，ある基準（たとえば銘柄とか地域）によって部分集合に分けられている。そしてそれぞれの部分集合 A_1，A_2，……に賦与する効用を $\overline{V}_1$，$\overline{V}_2$，………とすると，この効用は各部分集合内の選択財の期待値であって，個々の選択財の効用は，その期待値の近傍に分散している。そして，選択モデルの関心は，どの選択財が選択されるかではなく，どの部分集合が選択されるかということにある場合も考えられる。たとえばゾーン別の住宅建設戸数を予測するモデルでは，各ゾーンが部分集合

であり，ゾーン内の宅地区画が選択財であるが．この場合に明らかにしたいのは，どの区画が選択されるかではなく，どのゾーンから選択されるかである。さらにこの例ではそれぞれのゾーンの宅地区画の数は面積的に限られている。このように都市地域における部分集合内の選択財は，一般に有限個である。いま，それぞれの部分集合の供給を s_1，s_2，………，s_L とし，総需要を D とする。部分集合 A_i の効用は，平均値 $\bar{V}_i$，分散 σ_i で図4・2・3のように分布している。確率密度関数を $\varphi_i(V)$とすると，効用が V より大なる選択財の供給は，

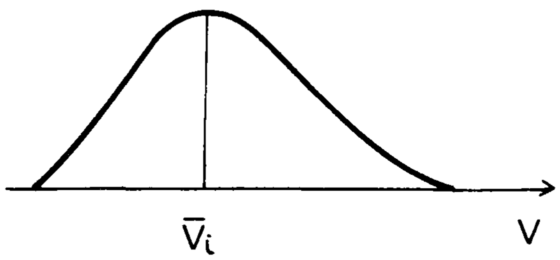


図 4・2・3　部分集合 A_i 内の効用分布

$$s_i\int_V^\infty \varphi_i(x)dx, \qquad (i=1,\ 2,\ \cdots\cdots\cdots,\ L) \qquad (4\cdot 2\cdot 10)$$

である。ここに，

$$\int_{-\infty}^\infty \varphi_i(x)\,dx=1, \qquad (i=1,\ 2,\ \cdots\cdots\cdots,\ L) \qquad (4\cdot 2\cdot 11)$$

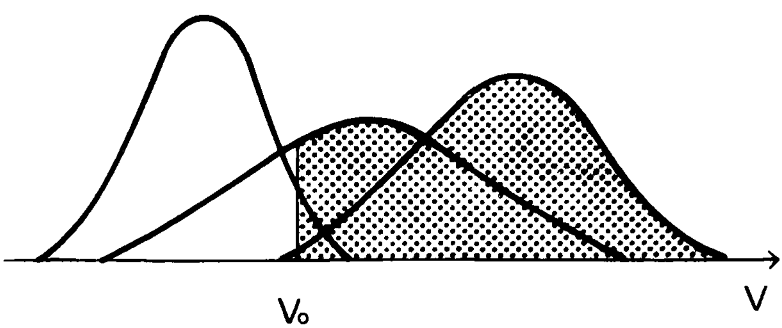


図 4・2・4　複数個の部分集合からの確率ルールによる選択

図4・2・4のように，L個の部分集合があって，これらすべてに属する選択財の中から効用の大なるものを順次選択して，需要があるかぎり，次位の選択財へオバーフローしていく結果，最終的には効用 V_o の選択財まで選択される。こ

のとき，総需要Dと供給s_1，s_2，……との間の均衡方程式は次式で表わせる。

$$D=\sum_{i=1}^{L} s_i \cdot \int_{V_o}^{\infty} \varphi_i(x)\,dx = \int_{V_o}^{\infty} \left(\sum_{i=1}^{L} s_i \cdot \varphi_i(x)\right) dx \qquad (4\cdot2\cdot12)$$

この結果，部分集合iに含まれる選択財のうち，

$$s_i \int_{V_o}^{\infty} \varphi_i(x)\,dx \qquad (4\cdot2\cdot13)$$

だけが選択される。

ここで論じた仮説は，本質的には古典的消費者行動理論における効用理論と異なるものではない。すなわち，これは序数的効用関数を仮定し，それによって最適な選択財を選好するという原理に確率論的考察を加えて，現実の選択行動に近似させたものである。こういった仮説は，「最適基準モデル」と呼ばれる。[52] 最適基準モデルのうち，確実性ルールと確率ルールとを応用したモデルについて考察したので，つぎにモデルの中に用いられた選好関数の推定方法を明らかにする。

(3) 選　好　関　数

前節で選択のルールについて述べる前提として，選好関数あるいは序数的効用関数と呼ばれるものを仮定した。この関数は選択財に賦与する効用の順序関係を示す指数である。ここでは選択財を選択する場合の選好関数の特徴をまず考察することにする。

選択財の集合Aがあって，あるグループの知覚できる部分集合を$\mathring{A}$とすると，$\mathring{A}\subset A$である。このグループが最適基準の仮説によって選択するものとすると，$\mathring{A}$はその選択の結果として選択された財の集合Bと選択されなかった財の集合Cに分類され，これらの部分集合の関係はつぎのようになる。

$$\mathring{A}=B\cup C \quad , \quad B\cap C=\phi \qquad (4\cdot2\cdot14)$$

またそれぞれの集合の要素（財）をつぎのようにおく。

$$b\in B \quad , \quad c\in C \qquad (4\cdot2\cdot15)$$

さてこのグループの選好関数を各財の特性ベクトル$\boldsymbol{x}$の関数と仮定し，財iの序数的効用をV_iで表わすことにすると，

$$V_i = f(\boldsymbol{x}_i) \qquad (\cdot\ \cdot2\cdot16)$$

そして最適基準の仮説より，財 b と財 c の間では式(4・2・17)か成立つ。

$$V_b > V_c \qquad (b \in B \ , \quad c \in C) \tag{4・2・17}$$

したがって仮説が成立するためには選好関数 $f(\boldsymbol{x})$ は式(4・2・17)を成立させなくてはならない。もちろん $f(\boldsymbol{x})$ は理想的にはすべての (b, c) の組み合わせに対して成立しなくてはならないが，そういった $f(\boldsymbol{x})$ を先験的に知ることはできない。そこでこの関数形を何らかの手法で推定しなくてはならない。この統計的近似の精度は式(4・2・17)が成立つ確率によって表わせるから，推定の原則は式(4・2・17)が成立する確率を最大にすることである。この確率 $P_r(V_b > V_c)$ は V_b，V_c をそれぞれ正規母集団 $N(\mu_1, \sigma_1^2)$，$N(\mu_2, \sigma_2^2)$ よりの任意標本とすると，式(4・2・6)と同様にして式(4・2・18)で与えられる。

$$P_r(V_b > V_c) = \int_{-\infty}^{\frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz \tag{4・2・18}$$

したがって，$P_r(V_a > V_b)$ が観測資料から与えられている場合には，μ_1，μ_2，σ_1^2，σ_2^2 をそれぞれ財 b と財 c の特性ベクトルの関数と仮定して，式(4・2・18)をそのまま，あるいは近似式に変形することによって，重回帰分析やその他の統計的方法によって，現象モデルを直接推定することができる。また $P_r(V_b > V_c)$ が与えられていない場合にはつぎの方法による。まず $P_r(V_b > V_c)$ は $(\mu_1 - \mu_2)/\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$ の最大化と同義である。さらに $\mu_1 \geqq \mu_2$ と仮定して一般性を失なわないから，$(\mu_1 - \mu_2)/\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$ の最大化は $(\mu_1 - \mu_2)^2/(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)$ の最大化と同義である。ここで，

$$\xi^2 = \frac{(\mu_1 - \mu_2)^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} > 0 \tag{4・2・19}$$

とおくと，結局 $P_r(V_b > V_c)$ の最大化は ξ^2 の最大化と同義である。したがって選好関数 $f(\boldsymbol{x})$ は ξ^2 を最大化することを目的として推定すればよい。

さて，標本調査によって $f(\boldsymbol{x})$ を推定することを考える。調査の結果，集合 B と集合 C の中に含まれる財の数が n_1，n_2 であったとし，それぞれの財の序数的効用を V_i，$(i \in B)$．V_j，$(j \in C)$ とおくことにすると，平均値，分散はそれぞれつぎのようになる。

$$\left\{\begin{aligned} \mu_1 &= \frac{1}{n_1}\sum_{i\in B}^{n_1} V_i & (4\cdot2\cdot20)\\ \mu_2 &= \frac{1}{n_2}\sum_{j\in C}^{n_2} V_j & (4\cdot2\cdot21)\\ \sigma_1^2 &= \frac{1}{n_1}\sum_{i\in B}^{n_1} V_i^2 - \mu_1^2 & (4\cdot2\cdot22)\\ \sigma_2^2 &= \frac{1}{n_2}\sum_{j\in C}^{n_2} V_j^2 - \mu_2^2 & (4\cdot2\cdot23) \end{aligned}\right.$$

式（4・2・19）ξ^2 を最大化する既存の統計的方法はないので，式（4・2・24）で与えられる相関比 η^2 と ξ^2 との関係を明らかにして，η^2 を最大化する判別関数法や数量化理論Ⅱ類を適用できないかを調べる。

$$\eta^2 = \frac{\sigma_b^2}{\sigma_T^2} \qquad (4\cdot2\cdot24)$$

ここに，

$$\left\{\begin{aligned} \sigma_b^2 &= \frac{n_1}{n}(\mu_1-\mu)^2 + \frac{n_2}{n}(\mu_2-\mu)^2 & \text{：級間分散} \quad (4\cdot2\cdot25)\\ \sigma_T^2 &= \frac{1}{n}\sum_{k\in \mathring{A}}^{n} V_k^2 - \mu^2 & \text{：全分散} \quad (4\cdot2\cdot26)\\ n &= n_1 + n_2 & (4\cdot2\cdot27)\\ \mu &= \frac{1}{n}\sum_{k\in \mathring{A}}^{n} V_k & \text{：平均値} \quad (4\cdot2\cdot28) \end{aligned}\right.$$

まず式（4・2・28）を変形すると

$$\mu = \frac{1}{n}\left(\sum_{i\in B}^{n_1} V_i + \sum_{j\in C}^{n_2} V_j\right) \qquad (4\cdot2\cdot29)$$

これに式（4・2・20），式（4・2・21）を代入して，

$$\mu = \frac{1}{n}(n_1\mu_1 + n_2\mu_2) \qquad (4\cdot2\cdot30)$$

式（4・2・30）を式（4・2・25）に代入すると，σ_b^2 はつきのように展開される。

$$\sigma_b^2 = \frac{n_1}{n}\left(\mu_1 - \frac{n_1\mu_1 + n_2\mu_2}{n}\right)^2 + \frac{n_2}{n}\left(\mu_2 - \frac{n_1\mu_1 + n_2\mu_2}{n}\right)^2$$

$$= \frac{n_1}{n}\left(\frac{n_2\mu_1 - n_2\mu_2}{n}\right)^2 + \frac{n_2}{n}\left(\frac{n_1\mu_2 - n_1\mu_1}{n}\right)^2$$

$$= \frac{n_1 n_2^2}{n^3}(\mu_1 - \mu_2)^2 + \frac{n_2 n_1^2}{n^3}(\mu_2 - \mu_1)^2$$

$$\therefore \quad \sigma_b^2 = \frac{n_1 n_2}{n^2}(\mu_1 - \mu_2)^2 \qquad (4\cdot2\cdot31)$$

また式（4・2・22），式（4・2・23）より

$$\sum_{i\in B}^{n_1} V_i^2 = n_1(\sigma_1^2 + \mu_1^2) \qquad (4\cdot2\cdot32)$$

$$\sum_{j\in C}^{n_2} V_j^2 = n_2(\sigma_2^2 + \mu_2^2) \qquad (4\cdot2\cdot33)$$

そこで式（4・2・26）に式（4・2・30）と式（4・2・32），式（4・2・33）を代入すれば σ_T^2 はつぎのように展開される。

$$\sigma_T^2 = \frac{1}{n}\left(\sum_{i\in B}^{n_1} V_i^2 + \sum_{j\in C}^{n_2} V_j^2\right) - \left(\frac{n_1\mu_1 + n_2\mu_2}{n}\right)^2$$

$$= \frac{1}{n}\{n_1(\sigma_1^2 + \mu_1^2) + n_2(\sigma_2^2 + \mu_2^2)\} - \left(\frac{n_1\mu_1 + n_2\mu_2}{n}\right)^2$$

$$\therefore \quad \sigma_T^2 = \frac{n_1\sigma_1^2 + n_2\sigma_2^2}{n} + \frac{n_1 n_2}{n^2}(\mu_1 - \mu_2)^2 \qquad (4\cdot2\cdot34)$$

ゆえに式（4・2・31）と式（4・2・34）を式（4・2・24）に代入すると，η^2 はつぎのように展開される。

$$\eta^2 = \frac{\dfrac{n_1 n_2}{n^2}(\mu_1 - \mu_2)^2}{\dfrac{n_1\sigma_1^2 + n_2\sigma_2^2}{n} + \dfrac{n_1 n_2}{n^2}(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

$$=\frac{\dfrac{(\mu_1-\mu_2)^2}{\sigma_1^2+\sigma_2^2}}{\dfrac{(\mu_1-\mu_2)^2}{\sigma_1^2+\sigma_2^2}+\dfrac{n}{n_1n_2}\dfrac{n_1\sigma_1^2+n_2\sigma_2^2}{\sigma_1^2+\sigma_2^2}} \qquad (4\cdot2\cdot35)$$

式（4・2・35）に式（4・2・19）を代入すると，

$$\eta^2=\frac{\xi^2}{\xi^2+\dfrac{n}{n_1n_2}\dfrac{n_1\sigma_1^2+n_2\sigma_2^2}{\sigma_1^2+\sigma_2^2}} \qquad (4\cdot2\cdot36)$$

ここで，

$$\theta^2=\frac{n}{n_1n_2}\frac{n_1\sigma_1^2+n_2\sigma_2^2}{\sigma_1^2+\sigma_2^2} \qquad (4\cdot2\cdot37)$$

とおくと，結局 η^2 と ξ^2 との関係は式（4・2・38）で表わせる。

$$\eta^2=\frac{\xi^2}{\xi^2+\theta^2} \qquad (4\cdot2\cdot38)$$

式（4・2・38）の全微分をとると，

$$d\eta^2=\frac{\partial\eta^2}{\partial\xi^2}d\xi^2+\frac{\partial\eta^2}{\partial\theta^2}d\theta^2$$

$$=\frac{\partial\eta^2}{\partial\xi^2}d\xi^2+\frac{\partial\eta^2}{\partial\theta^2}\frac{\partial\theta^2}{\partial\xi^2}d\xi^2$$

$$=\left(\frac{\partial\eta^2}{\partial\xi^2}+\frac{\partial\eta^2}{\partial\theta^2}\frac{\partial\theta^2}{\partial\xi^2}\right)d\xi^2$$

$$\therefore\ \frac{d\eta^2}{d\xi^2}=\frac{\partial\eta^2}{\partial\xi^2}+\frac{\partial\eta^2}{\partial\theta^2}\frac{\partial\theta^2}{\partial\xi^2} \qquad (4\cdot2\cdot39)$$

ここで式（4・2・38）より

$$\frac{\partial\eta^2}{\partial\xi^2}=\frac{\theta^2}{(\xi^2+\theta^2)^2}>0,\quad \frac{\partial\eta^2}{\partial\theta^2}=-\frac{\xi^2}{(\xi^2+\theta^2)^2}<0$$

である。また $\partial\theta^2/\partial\xi^2 \gtreqless 0$ であるから，一般的には $d\eta^2/d\xi^2>0$ とはいえない。

しかし，集合Bと集合Cの大きさがほぼ等しいとみなすことができる場合には，$n_1 = n_2 = n/2$ とおけるから，これを式(4・2・37)に代入すると，

$$\theta^2 = \frac{n}{(\frac{n}{2})(\frac{n}{2})} \frac{\frac{n}{2}\sigma_1^2 + \frac{n}{2}\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} = 2$$

ゆえに $\partial\theta^2/\partial\xi^2 = 0$ となり，$d\eta^2/d\xi^2 > 0$ である。したがって，この場合には η^2 と ξ^2 との関係は

$$\eta^2 = \frac{\xi^2}{\xi^2 + 2} \tag{4・2・40}$$

となり，図4・2・5に示すように，η^2 は ξ^2 の単調増加関数である。よって，集合Bと集合Cの大きさが等しいとみなされる場合には，ξ^2 の最大化は η^2 の最大化と同義である。したがって，効用の大きい財は効用の小さい財よりも選好されるという仮説をできるだけ満足するように選好関数を推定するということは，とりもなおさず η^2 を最大化するように選好関数を推定するということになる。

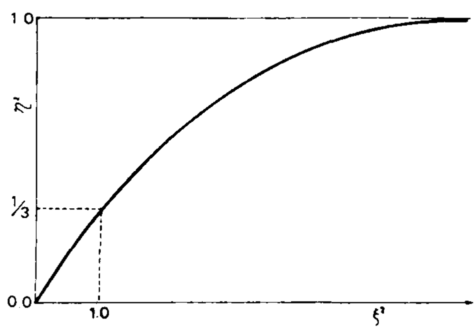


図 4・2・5　η^2 と ξ^2 との関係
($n_1 = n_2$)

こうして，式(4・2・16)の選好関数は式(4・2・18)の確率を最大化することを目的として，判別関数法や数量化理論II類という統計的方法で推定するか，あるいは式(4・2・18)の $P_r\{V_a > V_b\}$ の標本が与えられている場合には，重回帰分析や数量化理論I類およびその他の統計的方法によって推定することが可能である。

(4)　結　び

現象モデルはその利用目的によってマクロモデルとミクロモデルに区別される。本章では，都市施設計画の影響を都市全体でマクロに把握することを目的としているので，マクロモデルを研究の対象とした。マクロ現象にも行動モデルと同様に，平均的な行動主体の選好に関する仮説を設けることによって，従来のマクロモデルの問題点を軽減できることを明らかにした。さらに，古典的な消費者行動

理論を応用して，選好関数を定義した。この選好関数とは，マクロ現象の中にいる平均的な行動主体がもっている序数的効用を選択財の特性ベクトルの関数として表わしたものである。この序数的効用の大なる財を選択するというのが消費者行動理論の基本的な仮定であるが，本章ではこの仮定を次のように発展させた。選好関数によって推定された効用は，各財の効用の平均値であり，必ずある分散を伴っている。この分散に対して2つの解釈があり得る。1つは選択財自身にみられる品質のバラツキによるものであり，他の1つは効用を賦与する選択主体のバラツキによるものである。そして，これらの解釈に応じて選択ルールが異なり，Simonの定義を参考にして前者の解釈によるものを確率ルール，後者のそれを確実性ルールと定義した。そして，この定義に基づいて定式化し，確率ルールによれば個々の財がどれだけ選択されるかを連位方程式によって求めることができ，確実性ルールによれば，あるグループに属する任意の個人がある1つの財を選択する確率を求めることができることを明らかにした。つぎに選好関数を観測資料から推定する方法について考察し，大きく分けて重回帰分析と判別分析とによって推定する方法を明らかにした。また他の統計的方法による推定結果が，選好関数の条件を有意に満足しているのであれば，その推定された関数を選好関数と呼ぶことかできることを述べた。こういった仮説から数式モデルを演繹するという方法は，従来では工学の分野に限られていたように思われるが，社会現象にもこの方法を導入することによって，モデルの優劣に対する討議を従来の相関係数のわくからもっと広い共通な場で行うことができる。

第3節　都市圏における人口分布モデル[53)]

都市施設を計画する場合に，都市圏内の人口分布の将来予測は最も基本的な作業の1つである。人口分布の予測モデルについては従来から多くの研究が行なわれている。しかしそれらの研究のモデルの多くは時系列的な人口分布の変化を単に外そうとしたものであり，ある人口分布パターンが出現するに至った原因については触れていない。第2節で述べたように，現象モデルは現実の現象をできるだけ忠実に再現すると共に，その現象を出現させた原因を仮説という形式で明示しておく必要

がある。

そこで本節では，摩擦費用という概念を設け，人口はこの摩擦費用を最小化するように分布するという仮説を設け，この仮説の延長上でモデルを展開する。また第2節で述べた現象モデルでは行動主体と選好関数という概念を用いた。本節のモデルでは行動主体とは都市圏内に住む意志のある人の集合であるといえる。また摩擦費用は立地を選好する場合の抵抗値であるから，摩擦費用を表わす関数と選好関数とは逆の関係にある。

(1) 概　説[54)]

人口の都市集中，あるいは都市人口に関する法則を最初に定式化しようと試みたのは，F. Aurebach であるとされている。F. Aurebach は都市の人口を大きいものから小さいものへと順位をつけて並べた場合，都市人口の大きさと順位番号との積はほぼ一定となることを見出した。すなわち順位を r，順位 r 番目の都市の人口を M_r とすれば，式（4・3・1）が成立つとした。

$$r \cdot M_r = const \qquad (4\cdot3\cdot1)$$

さらにG. K. Zipf は F. Aurebach の法則を“順位と大きさの法則（rank size rule）„として拡張し，指数 a を添加して式（4・3・2）の型に一般化した。

$$r^a \cdot M_r = const \qquad (4\cdot3\cdot2)$$

これらの経験式に対して，その適合性はその後，世界各地域で認められたが，式の意義については疑問とされていた。しかし J. Q. Stewart は Zipf のこの法則が都市人口の大きさの分布に適合するのみでなく，より広い適用範囲をもつことを示し，さらに物理学における熱力学的平衡状態にある気体の分子間のエネルギーの Boltzmann 分布がこの法則に一般的な類似性を示すことを指適し，Zipf の法則の意義を競争状態にある要素間の均衡を表わすものと説明した。

さらに人口の地域内分布に関する法則として Colin Clarkの人口密度距離法則（The Negative Exponential Density Distance Relationship)がある。Clark は地域内の人口密度の分布について，式（4・3・3）がほとんどすべての都市について，時代の如何を問わず成立するとした。

$$\rho_d = \rho_o e^{-bd} \qquad (4 \cdot 3 \cdot 3)$$

ここに ρ_d ：都市中心から距離 d の地点の人口密度

ρ_o ：都市中心経済地区に外挿された中心人口密度

係数 b は都市により，時代により異なるが，都心に向って人口がいかに密集しているかの尺度であり，一般に近代化が進むにつれて b の値が小さくなる傾向があると指摘した。しかし，Clark は式(4・3・3)についていかなる理論的根拠をも示すことなく，ただ経験的法則を提示したにすぎなかった。また Bellmann は Zipf の rank size rule の拡張した法則として Clark の人口密度分布の法則をとらえている。すなわち rank size rule は都市人口の大きさと順位を対象とし，Clark の人口密度法則は都市内のゾーンの人口密度の大きさと都市中心からの距離を対象としており，ゾーンを距離により rank されたものと考えれば，その適用範囲が都市集団と，都市内ゾーンとの相違だけであり，これら2つの法則に類似性を見い出すことができる。

これまでの人口の地域分布に関する法則が地域をかなり単純化してとりあつかっているのと同様に，この論文でも単純化された都市を対象とする。すなわち，都市は特色のない平野(Featureless Plain)[55]に位置し，都市内のゾーンは自然地形的にも，歴史的発展過程においてもすべて均質と見なされるとする。都市の範囲は行政的，地形的な境界の内部でなく，それらを越えて日常の都市活動のための可動性により緊密に一体化された地域を対象とする。この定義に基づく地域全体を都市圏と呼ぶことにする。さらに都市圏の内部は任意の尺度(たとえば都心までの距離とか時間)によりランキングされ，それぞれのランクに属するゾーンの面積を等しくしておく。ゾーンの面積を等しく与えた都市モデルにより，ゾーンの広さの相違による影響を除去することができる。たとえば人口分布パターンと人口密度パターンとが一致し，以下の議論に便利なことが多い。ゾーンの面積が異なる都市モデルに対する補正は後に述べる。

さて都市圏の発達を抽象的に過程を追って考えてみよう。まず都市に十分な中枢機能をもつ中心部がまだ発達していない段階においては，都市中心部からの隔たりという概念自体存在しない。この段階では特色のない平野において，各ゾー

ンの立地条件には何ら差が見られず，図 4・3・1(A)のように人口はすべての地域で一様である。しかしやがて小規模ながら都心部が発生し，都市圏の中枢的な働きをするようになってくると，この都心部からの隔たりによりゾーン相互の間に立地条件の差が生じてくる。そして都市中心部からの距離に対して人口は(B)のように分布してくる。この段階以後，都市圏の人口増加につれてパターンは(B)から(C)へと変化し，裾が広がり，全ゾーンにわたり人口が増加する。都市圏が小さく，交通機関の発達が進んでいない段階では (B)，(C)のパターンの距離の尺度は空間距離により表わされる。そして都市圏が拡大し，交通機関が発達し，鉄道網，道路網が整備されてくると，人口や市街地はそれら主要な交通施設に沿って伸展してくる。E.W. Burgess の同心円地帯理論や Clark の人口密度距離法則[56]はいずれも都心からの隔りとして空間距離を用いた理論である。しかし交通機関が十分に発達した現在，空間距離よりも，マス・トランスポーテイションを利用した場合の時間距離の方が人口分布を決定する影響が強い。事実 Clark の経験式 (4・3・3) 同型の式で，ただ d としてマス・トランスポーテイションによる時間距離を用いた場合，東京西郊において十分な適合性を示すことが確かめられている。[57]こうしてパターンが(B)から(C)へ至る過程で，交通網の発達が隔たりの内容を変えていく。

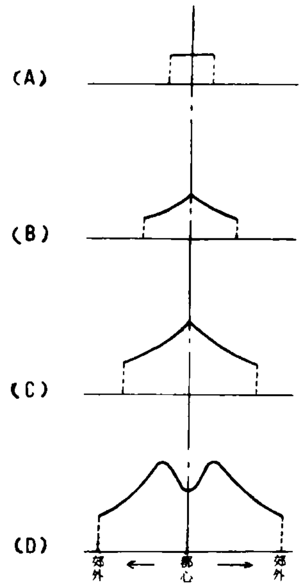


図 4・3・1　都市人口の成長過程

さらに都市圏に人口が集中して都市圏が拡大してくると，それにつれて都心業務地域も広がっていく[58]この段階あたりから，人口は都心地域で減少を見せはじめ，(D)のように，都心外辺で頂点をもついわゆるドーナツ現象がおきる。このパターンは日本では首都圏や近畿圏などの大都市地域でみられる。このパターンの出現はもはやこれまでのように都市圏内の地域のランクづけに時間距離のみを用いては不十分であることを意味している。すなわち住宅立地条件として時間距離以外のゾーンの要因を考慮しなければ図 4・3・1 発展過程を体系的に説明でき

ないことがわかる。特色のない平野にあるゾーンの時間距離以外の主要な要因はそのゾーンの地価の大きさである。つぎにこの２つの要因を考慮して，都市圏の発達過程を記述していく。

(2) 人口都市化の理論[59)]

都市圏の人口分布理論にとって，都市圏の総人口Mは外生変数である。都市圏の総人口は，その都市圏が他の都市圏に対して相対的に持っている経済的，社会的条件，あるいはまた政治的，文化的条件によって規定されるポテンシャルに対して従属関係をもつ値であり，都市圏のマス・トランスポーテイションにとって，制御し得る変数ではないからである。マス・トランスポーテイションによる応答変数は，その総人口Mのゾーンへの分布人口〔m_i〕である。より厳密に言えば，ゾーンiの人口m_iに対し，式（4・3・4）で定義される人口構成比n_iが応答変数である。

$\sum_i m_i = M$　であるから当然式（4・3・5）が成立つ。

$$n_i = m_i / M, \quad (i = 1, 2, \cdots\cdots, N) \qquad (4\cdot3\cdot4)$$

$$\sum_{i=1}^{N} n_i = 1 \qquad (4\cdot3\cdot5)$$

ここでNはゾーン数である。ゾーンには特色がなく，またゾーンの面積は等しいからそれぞれのゾーンの立地条件に対する情報がまったくないと仮定したときに生じる人口構成比n_{oi}は，ゾーンの数の逆数に等しい。すなわち，

$$n_{oi} = \frac{1}{N} \quad (i = 1, 2, \cdots\cdots, N) \qquad (4\cdot3\cdot6)$$

$$\therefore \quad \sum_{i=1}^{N} n_{oi} = 1 \qquad (4\cdot3\cdot7)$$

それゆえ情報を得ない状態で，それぞれのゾーンにm_1人，m_2人，……，m_N人づつ分布する確率，すなわち統計学力でいう微視状態の生起確率は式（4・3・8）で表わされる。

$$\prod_{i=1}^{N} (n_{oi})m_i = \prod_{i=1}^{N} (1/N)\, m_i = N^{-M} \qquad (4\cdot3\cdot8)$$

この微視状態はM人をそれぞれm_1人，m_2人，……，m_N人に分割する組み合わせ

の数だけあり，その数は式(4・3・9)である。

$$M!/(m_1!\cdot m_2!\cdot\cdots\cdots\cdot m_N!)=M!/\prod_{i=1}^{N}m_i! \qquad (4\cdot3\cdot9)$$

それゆえ任意の1つの人口分布パターン〔m_i〕が生起する確率，すなわち巨視的状態の同時確率Pは，微視的確率と組み合わせの数の積で多項分布となり，式(4・3・10)で表わせる。

$$P=N^{-M}(M!/\prod_{i=1}^{N}m_i!) \qquad (4\cdot3\cdot10)$$

情報を得る以前においては，人口〔m_i〕は式(4・3・10)を最大にするように分布する。ここで，式(4・3・8)は〔m_i〕に対して一定であり，結局式(4・3・9)を最大にする〔m_i〕が実現する。そこで式(4・3・9)の〔m_i〕に対する変化を調べるために，式(4・3・9)の対数をとると，

$$\log P=\log M!-\sum_{i=1}^{N}\log m_i! \qquad (4\cdot3\cdot11)$$

さらに一般に$m_i\gg1$，$M\gg1$であるから，スターリングの近似式を用い，

$$\log M!\fallingdotseq M\log M-M$$

$$\log m_i!\fallingdotseq m_i\log m_i-m_i \qquad (i=1,2,\cdots\cdots,N)$$

式(4・3・4)を代入して，式(4・3・11)を変形すると，

$$\log P=-M\sum_{i=1}^{N}n_i\log n_i \qquad (4\cdot3\cdot12)$$

ここで式(4・3・12)よりHを定義すると，Hは，

$$H=-\sum_{i=1}^{N}n_i\log n_i \qquad (4\cdot3\cdot13)$$

統計力学や情報理論で使われるエントロピーの型であり，Mが外生変数で一定と見なされるので式(4・3・9)はエントロピーHが最大のとき最大値をとる。

エントロピーHは制限条件式として式(4・3・5)を与えると，$n_i={}^1/_N$ $(i=1,2,\cdots\cdots,N)$のとき最大となる。これは図4・3・1(A)のパターンに該当する。この

パターンは近接性の概念自体が存在しないので，特色のない平野において，ゾーンの立地条件に関する情報を得ていないことと同義であり，一様分布がエントロピーを最大にすることにより説明できる。

しかし図4・3・1(*B*)以降のように都心業務地区が生じ，都市圏の中枢的機能を果たすようになると住宅立地条件がゾーンによって異なってくるのでエントロピー最大過程に立地条件の差を内生化しなくてはならない。次に立地条件について考察する。

R.M. Haig は都市の土地価格の理論[60]の中で，個人あるいは企業の立地条件として，近接性以外に交通費と地代とを加えて，摩擦費用(Cost of Friction)の最小化の原理を唱えた。Haig による摩擦費用とは結局，空間の摩擦(Friction of Space)と地代である。同様の理論を Schäffle, A. E. F. は“生活阻害条件の最小限化の法則”[61]と呼んでおり，生活阻害条件を構成する要因として，土地の自然的，社会的条件の悪さ，交通の不便さ，地形の狭さなどを上げている。いずれもそれぞれのゾーンに立地のために抵抗となる摩擦費用を考慮し，都市圏内に立地しようとする個人あるいは企業が，摩擦費用を最小にする選択行動をすると主張している。この選択行動はエントロピー最大過程に対立して，摩擦費用最小を目的とする組織化過程である。Maruyama は社会現象と熱力学の第二法則を結合した論文[62]の中で，いかなるシステムも deviation correcting と deviation amplifying の２つの過程を含んでいることを指摘したが，これに従えばエントロピー最大過程が deviation amplifying process であり，摩擦費用最小化過程が deviation eorrecting process であるといえよう。

さて摩擦費用を構成する要因に関する議論は後で行なうとして，広義に摩擦費用をとらえて，２つの過程について考えていく。ゾーンiの摩擦費用をτ_iとすると人口１人あたりの摩擦費用の期待値は式(4・3・14)である。

$$\frac{1}{M}\sum_{i=1}^{N} m_i \tau_i = \sum_{i=1}^{N} n_i \tau_i \qquad (4\cdot3\cdot14)$$

都市圏の人口分布動態はこれまで述べてきたように，式(4・3・13)を最大にする傾向と，式(4・3・14)を最小にする傾向の２つを含んでおり，これら２つの過

程の均衡点を式（4・3・15）を最大にする点として仮定する。

$$\frac{-\sum_{i=1}^{N} n_i \log n_i}{\sum_{i=1}^{N} n_i \tau_i} = \frac{H}{\tau} \qquad (4\cdot3\cdot15)$$

式（4・3・15）は情報理論において，1因子情報路における単位特性値あたりの伝達情報量を表わしており，これを式（4・3・5）の制限条件式下で最大にする人口構成比〔n_i〕を求める方法はよく知られている。まずラグランジェ関数Gを式（4・3・16）で定義する。

$$G = \frac{H}{\tau} + \nu\cdot\left(\sum_{i=1}^{N} n_i - 1\right) \qquad (4\cdot3\cdot16)$$

ここにνはラグランジェ乗数

$$\tau = \sum_{i=1}^{N} n_i \tau_i \qquad (4\cdot3\cdot17)$$

関数Gを n_i で偏微分して０とおくと，

$$\frac{\partial G}{\partial n_i} = 0 = \frac{(\partial H/\partial n_i)\cdot\tau - H\cdot(\partial\tau/\partial n_i)}{\tau^2} + \nu$$

$$\therefore \quad -1 - \log n_i - (H/\tau)\cdot\tau_i + \nu\cdot\tau = 0$$

両辺に n_i をかけて，i について１からNまで加え，νについて解くと，

$$\nu = \frac{1}{\tau}$$

$$\therefore \quad n_i = exp\{-(H/\tau)\cdot\tau_i\} \qquad (4\cdot3\cdot18)$$

また，　$$\partial G/\partial\eta = \sum_{i=1}^{N} n_i - 1 = 0 \qquad (4\cdot3\cdot19)$$

式（4・3・18）を式（4・3・19）に代入すると，

$$\sum_{i=1}^{N} exp\{-(H/\tau)\cdot\tau_i\} = 1 \qquad (4\cdot3\cdot20)$$

ここで $exp(-H/\tau) = x$ とおくと

$$\sum_{i=1}^{N} x^{\tau_i} = 1 \qquad (0 < x < 1) \qquad (4\cdot3\cdot21)$$

式（4・3・21）を数値解析的に解き，正の実根を x_0 とすると，

$$n_i = x_0^{\tau_i} \quad (0 < x_0 < 1,\ i = 1, 2, \cdots\cdots, N) \qquad (4\cdot3\cdot22)$$

となり，都市圏内部のゾーンの人口構成比はそれぞれのゾーンの摩擦費用に対して指数分布する。

こうしてこれまでの経験法則を検討すると，Clark の人口密度距離法則は摩擦費用として都市中心部からの空間距離のみを考慮したモデルであり，その理論的根拠は単位距離あたりのエントロピーを最大にする立地選択行動の結果として説明づけられる。さらにマス・トランスポーテイションによる都心までの時間距離に対して人口密度が指数分布している現象は単位時間距離あたりのエントロピーを最大にする立地選択行動の結果である。現在大都市では鉄道や道路沿線の市街化の進行と共にそれら主要交通施設に挟まれた領域が住宅地域として発達してきている。これは自家用車の普及やバス路線網の整備により，それらの空閑地の摩擦費用が空間の摩擦（時間距離）の点で減少してきたためと考えられる。

(3) 推定結果とその考察

このモデルの適合性を検討するためには，面積の等しいゾーニングがなされた都市圏の人口と時間距離の資料が必要である。一般に人口資料は国勢調査などにより集められるが，ゾーンの面積は等しくない場合が普通である。面積の異なるゾーンで構成される都市圏に対しては次のように補正する。まずゾーンの面積が等しいと仮定して式（4・3・21）で計算した実根 x_0 を式（4・3・22）に代入し，n_i（$i = 1, 2, \cdots\cdots, N$）を計算する。これに対し実際にはゾーン i が面積 s_i（$i=1, 2, \cdots\cdots, N$）であれば，この都市圏においてゾーン i の補正された人口構成比 n_i^*（$i=1, 2, \cdots\cdots, N$）は，面積 s_i を重みとして，式（4・3・23）で与えられる。

$$n_i^* = \frac{n_i s_i}{\sum_{i=1}^{N} n_i s_i}, \quad (i = 1, 2, \cdots\cdots, N) \qquad (4\cdot3\cdot23)$$

この人口構成比 n_i^* は当然 $\sum_{i=1}^{N} n_i^* = 1$ を満足している。この都市圏において，ゾーン i の人口密度 ρ_i は，全人口 M を外生変数として式（4・3・24）で予測できる。

$$\rho_i = m/s_i = \frac{M \cdot n_i^*}{s_i} = \frac{M \cdot n_i}{\sum_{i=1}^{N} n_i s_i}, \quad (i = 1, 2, \cdots\cdots, N) \qquad (4 \cdot 3 \cdot 24)$$

この式(4・3・24)を首都圏の郊外(10km～60km)に応用してみたのが図4・3・2である。この計算では摩擦費用としてマス・トランスポーテイションによる時間距離のみをとった。この範囲の時間距離は約30分～160分の範囲にあり，この地域を5分間隔のゾーンにランキングし，それぞれのゾーンの平均人口密度を計算した。これに対し，予測値は，式(4・3・21)より，

$$x^{35} + x^{40} + x^{45} + \cdots\cdots + x^{155} = 1$$

を解き，その正の実根を式(4・3・22)に代入して，人口構成比 n_i を求め，これを式(4・3・24)に代入して，それぞれのゾーンの人口密度を計算した。式(4・3・24)における s_i ($i = 1, 2, \cdots\cdots, 25$)および$M$は実績値を用いた。この結果をみると，マクロな郊外地域に対しては，摩擦費用として時間距離だけを考えてもかなりの適合性があるといえる。もちろんミクロなゾーンの人口を予測しようとすればする程，摩擦費用としてより多くの要因を取り上げねばならない。つぎにこの摩擦費用の内部構成を調べる。Haigの理論やSchäffleの理論にあるように，摩擦費用は空間の摩擦と位置の摩擦に分けられる。空間の摩擦はさらに，時間距離と交通費用と身体的疲労に分けられる。しかしこれらはいずれも一定の運賃基準，サービス水準の輸送体系内においては固有の従属関係をもち，いずれか1つの要因により空間の摩擦を表わしてよいと考えられる。また位置の摩擦は，その地点の住宅地としての立地条件の不利さを表わし，先述のSchäffleの上げているいくつかの要因があるが，地代の高さが住むための最大の抵抗となる。これら2つの条件，時間距離と地代を摩擦要因と

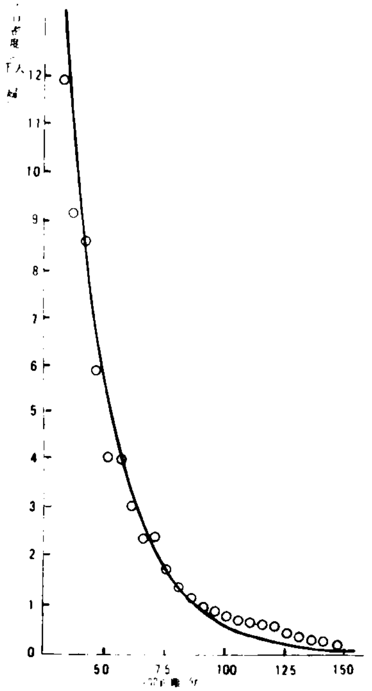


図 4・3・2　人口密度の観測値と予測値

して取上げると，ゾーンiに敷地sの住宅を建てる場合の摩擦費用 τ_i は式(4・3・25)で表わせる。

$$\tau_i = K \cdot t_i + s \cdot C_i = s \cdot \left(\frac{K}{s} \cdot t_i + C_i \right) \qquad (4 \cdot 3 \cdot 25)$$

ここに t_i は時間距離(分)，C_i は地価（円／㎡），Kは時間コスト（円／分），sは敷地面積(㎡)であり，τ_i の単位は円である。

さて地価の形成機構は複雑で，Alonso や Isard などの理論があるが，具体的に地価を予測するには，今なお問題が残っている。一般的に言えるのは，単一都心部をもつ都市圏における地価は時間距離に対し，単調に減少する傾向があるということである。たとえば，東京都区市町村の平均地価[63]は東京駅までの通勤時間に対し，図4・3・3のように分布している。この図では片対数紙上でほぼ直線で近似される。その関数形式は式(4・3・26)である。

$$C_i = 101.5565 \cdot exp(-0.02983733 \cdot t_i) \qquad (4 \cdot 3 \cdot 26)$$

$$(r = -0.9041917)$$

より小さなゾーン（たとえば丁別）の地価推定には，最寄駅までの距離，消費娯楽地区への距離，主要交通路からの距離，景観などを考慮する必要がある。

時間距離と地価の2つの要因の和としての摩擦費用はゾーンによって異なり，その最小となるゾーンに最も多くの人が住むことは式(4・3・22)より明らか

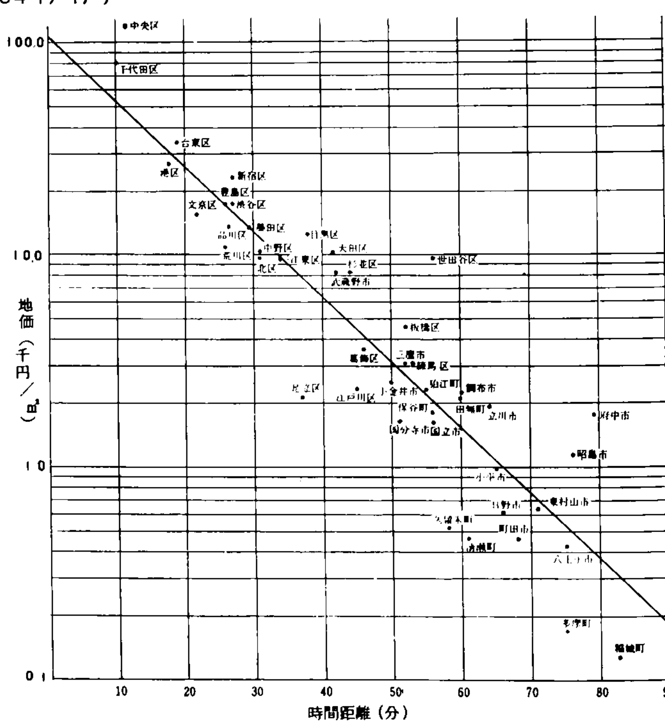


図 4・3・3　平均地価分布*（東京都　昭40）

*東京都税務統計年報の数値は実際の評価額よりかなり低い。それゆえ絶対額は意味をもたない。相対的大きさにのみ意味がある。

である。τ_iを最小にするゾーンは$\partial\tau_i/\partial t_i=0$より式(4・3・26)を満足する。

$$\frac{K}{s}=-\frac{\partial C_i}{\partial t_i} \qquad (4\cdot3\cdot26)$$

すなわち$K/s<-\partial C_i/\partial t_i$の地域で$\partial\tau_i/\partial t_i$は負となり，$K/s>-\partial C_i/\partial t_i$の地域で$\partial\tau_i/\partial t_i$は正となる。それゆえ時間距離$t_i$に対し，$\tau_i$，$n_i$は図4・3・4のように分布する。時間コスト$K$は所得の伸びと共に大きくなるが，現在の日本では，所得の増加による時間コストの伸びよりも，地価の値上りの方が先行しており，また都心近傍では，地価は事業所立地として付け値され式(4・3・26)を満足する位置は，年々郊外に移動し，人口ドーナツ化が生じている。

こうして図4・3・1のすべてのパターンの推移は，摩擦費用として式(4・3・25)を用いることにより，単位摩擦費用あたりのエントロピー最大化過程として体系的に説明づけられる。たとえば地価を$C_i=C_o\cdot exp(-0.02983733\,t_i)$，$K/s=1276$(円/3.3㎡/分)(いずれも東京都昭和40年実績)とした場合，中心地区に外挿された地価C_oの変化に基づく人口構成比〔n_i〕のパターンは図4・3・5に見られる。

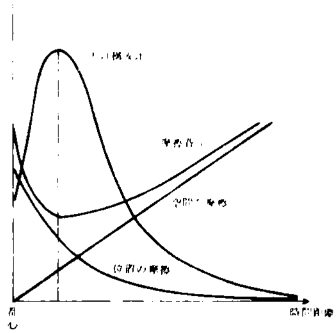


図4・3・4　摩擦費用と人口分布

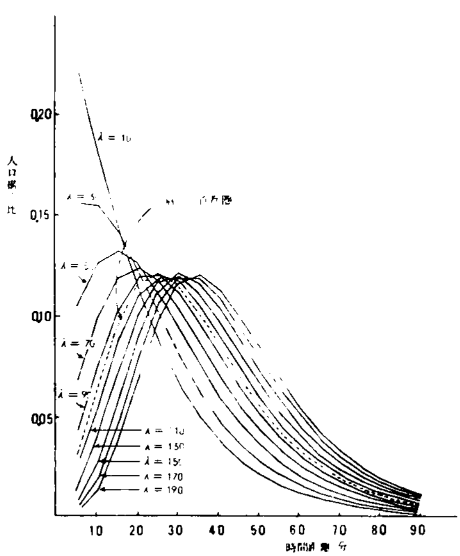


図4・3・5　人口構成比のパターン推移

こうしてゾーンiの将来人口m_iは全人口Mを外生変数とし，マス・トランスポーテイションによる時間距離t_iを制御変数とし，C_iおよびK/sを経済的に推定した後，式(4・3・25)でゾーンiの摩擦費用を求め，式(3・3・21)の高次方程式を解き，式(4・3・22)よりn_iを，式(4・3・23)よりn_i^*を求め，$m_i=M\cdot n_i^*$によって推定

できる。またマクロな予測のためには，摩擦費用として時間距離のみを用いればよい。

(4) 結　び

本節では都市圏における人口分布を説明するモデルについて考察した。まず選好関数の代りとして各ゾーンの摩擦費用を都心までの時間距離と地価の関数と仮定した。そして都市圏における人口は摩擦費用を最小にするように分布するという仮説を設け，これを確率的に展開し，摩擦費用あたりのエントロピーを最大にするという選択ルールを導き，これを首都圏において実証した。このモデルによって都市圏における人口分布の動態を予測することが可能であり，交通施設，とくにマス・トランスポーテイションの整備や地価対策を計画手段とした人口誘導計画をシシュレーション・モデルとして開発することができると思われる。さらに，摩擦費用を時間距離や地価の他に，生活環境施設や自然条件・社会条件等の関数として表わすことができれば，本モデルの選択ルールによってより小さなゾーンを単位とする人口分布を予測することも可能となるであろう。そこで，より小さなゾーンにも適用可能な摩擦費用の内容を明らかにすることを今後の研究課題としたい。

第4節　都市圏における市街化モデル[64)]

本節では第2節で述べた現象解析の方法論を市街化現象に適用して，実証的に考察する。まず都市圏内のそれぞれのゾーンが市街化に適している程度を表わす指数を適地度と定義する。そしてこの適地度を各ゾーンの特性の関数と仮定し，この関数を適地度関数と定義する。この適地度関数が第2節で一般的に定義した選好関数に該当する。つぎに選択のルールとしては，これも第2節で一般的に述べた確率ルールを適用し，適地度の高い土地から順次市街化されていくと仮定する。そして適地度関数を推定し，確率ルールの適応性を分析する。

(1) 概　説

わが国の高度経済成長と産業構造の高度化に伴なう急速な都市化現象の発現形態の一つとして，都市郊外における市街化の進行と農村の後退があげられる。そ

こでは都市と村落の入りまじった郊外地ができ，田畑の中に工場や学校が建ち，農村の中へ住宅地が食い込んだりして，次第に村落的要素が減少し，都市的要素が増していく。都市化現象は単にこのような土地利用の変化にとどまらないが，ここでは都市化現象が最も顕著に現われた市街化過程について考察する。

あるゾーン内の商業地区・工業地区・住宅地区およびそれらに付随する施設用地の合計面積を市街地面積と定義し，市街地面積のゾーン全面積に占める比率を市街化率と定義する。この定義に基づいて，都市化現象は市街化率の増加過程として把えることができる。土地利用形態の都心部からの隔たりに伴なう変化に関する分析は，E. W. Burgessが1923年に同心円地帯論を発表していらいの伝統的な都市社会学的な視点であるが，本節でも市街化率の変化をまず都心からの隔たりを尺度にして説明するモデルを提案し，次にさらに多くの要因を尺度にしてこの変化を説明づけるモデルを提案することにする。

(2) 適地度関数の時間距離モデル[65)]

本節では対象とする地域を首都圏，近畿圏といった大都市圏とし，その内部を区市郡単位のゾーンに分割することにする。そしてゾーン内の市街化としての単位土地を地点と呼ぶことにする。

そうして土地の市街化利用にとって，それぞれの土地がどれ程適しているかを示す尺度を適地度と定義し，この適地度が各地点から都心までの時間距離のみの関数であると仮定する。もし面積の小さいゾーニングに対してこの仮定を適用しようとすると，ゾーン特有の条件，たとえば地形，地質などの自然的条件や上下水道施設，都市ガス，生活環境施設などの社会的条件の存在を無視できなくなってくる。しかしここにとり上げたように首都圏，近畿圏のようにゾーンの大きさがかなり広い面積であれば自然的，社会的諸条件がほぼ均一とみなされ，ゾーンの市街化にとっての条件の違いは時間距離だけであるとみなされるので一般にこの仮定は成り立つ。

都心までの時間距離をすべての地点から測定する代わりに，ゾーン中心からの平均時間距離によって代表する。したがってゾーンiから都心までの平均時間距離を t_i とするとき，ゾーンi内の任意の地点jから都心までの時間距離は $t_i +\varepsilon_{ij}$ である。ここにε_{ij}は各地点からの時間距離と，平均時間距離との差であり

もし，地点 j がゾーン i の内部で，より都心に近い位置にあれは，その時間距離は平均時間距離より短く $\varepsilon_{ij}<0$ であり，逆に遠い位置にあれば $\varepsilon_{ij}>0$ である。よって，一般に $\varepsilon_{ij} \gtreqless 0$ であり，平均時間距離が正しく測定されていれば，ε_{ij} は平均値 0，分散 σ_i^2 の母集団からとられた任意標本であるとみなすことができる。ここでこの母集団を正規母集団と仮定すると，ε_{ij} は正規母集団 $N(0,\ \sigma_i^2)$ からとられた任意標本となる。したがってゾーン i 内の任意の地点 j から都心までの時間距離 $t_i+\varepsilon_{ij}$ もまた正規母集団 $N(t_i,\ \sigma_i^2)$ からとられた任意標本となる。

さてゾーン i 内の任意の地点 j の適地度 w_{ij} は，時間距離の関数であると仮定する。適地度はその定義からも明らかであるが，それぞれのゾーンが市街化にとってどれ程適しているかを示す尺度であり，ゾーンの適切さの順序関係を再現する任意の指数であればよい。そこで最も単純な形として，式 (4・4・1) によって適地度関数を仮定する。

$$w_{ij}=-t_i-\varepsilon_{ij} \qquad (j \in i) \qquad (4 \cdot 4 \cdot 1)$$

明らかに，ゾーン i 内の各地点の適地度 w_{ij} は正規母集団 $N(-t_i,\ \sigma_i^2)$ からの任意標本である。そしてこの適地度の大きい地点から順次市街化されていくと仮定する。いま適地度が w_o の地点まで市街化されたとすると，当然，市街化された地域の適地度は w_o より大きい。そこでこの w_o を市街化限界地[66]の適地度と呼ぶことにすると，市街化地域はたとえば図 4・4・1 のように，限界地の適地度 w_o に等しい等高線によって囲まれた地域である。ここで，ゾーン i の市街化率を p_i，面積を s_i とすると，市街地全面積 S との間に式 (4・4・2) が成立する。

$$\sum_{i=1}^{N} p_i s_i = S \qquad (4 \cdot 4 \cdot 2)$$

ここに N はゾーン数である。さらにゾーン i の各地点の適地度は正規分布関数に従うと仮定されているから，ゾーン i の市街化率 p_i

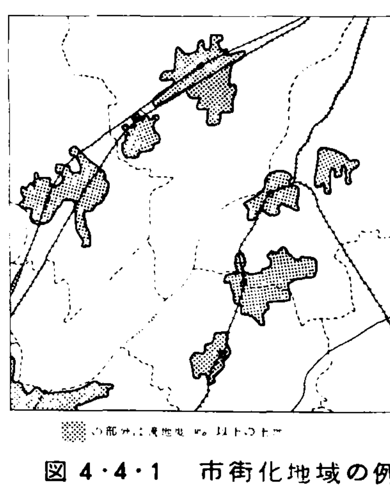


図 4・4・1　市街化地域の例

は，ゾーンi内の各地点の適地度が限界地の適地度より大きい確率に等しく，式(4・4・3)で与えられる。

$$p_i=\int_{w_o}^{\infty}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_i}exp\left[-\frac{(w+t_i)^2}{2\sigma_i^{\,2}}\right]dw \qquad (4\cdot4\cdot3)$$

$$(i=1,\ 2,\ \cdots,\ N)$$

ここで，$(w+t_i)/\sigma_i=x$ とおくと，

$$p_i=\int_{\frac{w_o+t_i}{\sigma_i}}^{\infty}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}exp\left[-\frac{x^2}{2}\right]dx \qquad (i=1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ N)$$

さらに標準正規分布の対称性により，

$$p_i=\int_{-\infty}^{\frac{-w_o-t_i}{\sigma_i}}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}exp\left[-\frac{x^2}{2}\right]dx \qquad (4\cdot4\cdot4)$$

$$(i=1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ N)$$

ゆえに，ゾーンiの市街化率 p_i は，平均時間距離 t_i の減少関数として，式(4・4・4)で表わせる。さらに，ここで各ゾーンの分散 $\sigma_i^{\,2}=\sigma^2$と仮定すると，それぞれのゾーンの市街化率 p_i は，平均時間距離 t_i と限界地の適地度 w_o とによってのみ決定され，式(4・4・5)となる。

$$p_i=\int_{-\infty}^{\frac{-w_o-t_i}{\sigma}}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}exp\left[-\frac{x^2}{2}\right]dx \qquad (4\cdot4\cdot5)$$

そこで，今，積分上限値を q_i とおき，

$$q_i=\frac{-w_o-t_i}{\sigma} \qquad (4\cdot4\cdot6)$$

これを式(4・4・5)に代入して，

$$p_i=\int_{-\infty}^{q_i}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}exp\left[-\frac{x^2}{2}\right]dx \qquad (4\cdot4\cdot7)$$

ゆえに各ゾーンの市街化率 p_i の観測値を $\hat{p}_i$ とし，式(4・4・7)より，収束計算

によって積分方程式を解いて $\hat{q}_i$ を求めれは，$\hat{q}_i$ は各ゾーンの平均時間距離と次の関係がある。

$$\hat{q}_i = -\frac{w_o}{\sigma} - \frac{1}{\sigma} t_i \tag{4・4・8}$$

よって最小２乗法によって σ，w_o を推定することができる。東京都統計年報のデータによって，東京都を対象とする推定結果は次のようになった。（時間距離の単位は分）

$$q_i = -\frac{46.5}{16.0} - \frac{1}{16.0} t_i \qquad (r = 0.9241) \quad \text{（昭和３０年）}$$

$$q_i = -\frac{48.5}{16.0} - \frac{1}{16.0} t_i \qquad (r = 0.9162) \quad \text{（昭和３５年）}$$

$$q_i = -\frac{49.0}{16.0} - \frac{1}{16.0} t_i \qquad (r = 0.9103) \quad \text{（昭和３７年）}$$

したがって，たとえば昭和３７年度の東京都下の区市郡別の市街化率は次のように表わせる。

$$p_i = \int_{-\infty}^{\frac{49 - t_i}{16}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx$$

に表わせる。推定曲線と観測値との比較を図４・４・２に示しておく。これより t_i ＝49 (分) の地点で $p_i = 0.5$ となる単調減少関数であることがわかる。

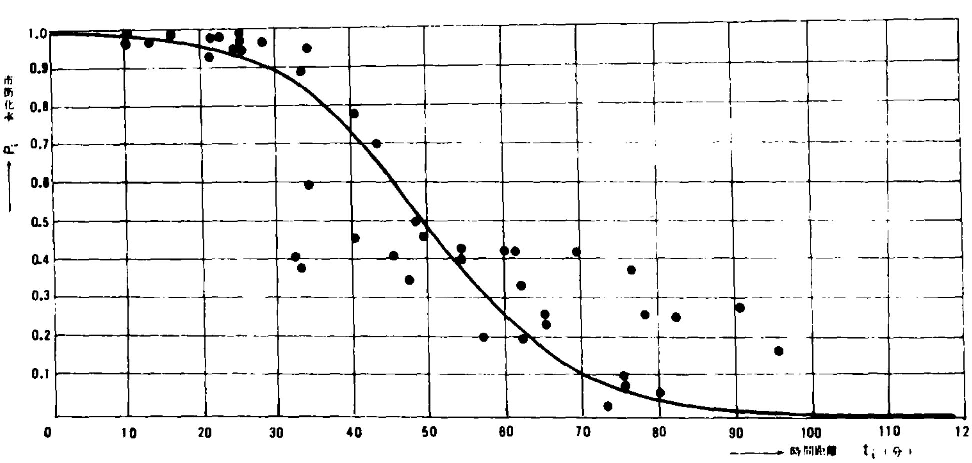


図４・４・２　市街化率の時間距離に対する分布

（東京都　昭37……σ＝16）

(3) 市街化過程のモデル

現在の日本の大都市地域では市街化が進行しつつあるが，その市街化の勢いは都心部ではすでに頭うち状態となり，郊外部で最も激しい様相となっている。このような市街化過程の地域差を説明できるモデルをここで展開する。

すでに実証したように，ゾーン i の市街化率 p_i は，そのゾーンから都心までの平均時間距離 t_i と限界地の適地度 w_0 とによって式(4・4・5)で与えられることを実証した。またこの式において限界地の適地度 w_0 は経年的に変化していく性質のものである。そこで，経年的な市街化率の変動を説明するためにはこの w_0 が説明される必要がある。この w_0 は都市全体の市街地面積 S と関係している。

市街化率の変動には多くの原因があるが，本モデルによれば3つに分けて説明される。1つは，まず市街地面積の需要増加によるものである。全体的に需要が増加すれば，それが圧力となって各ゾーンの市街化を進行させる。1つはゾーン面積の増加である。埋立てなどによって土地面積が増加すれば，需要圧力はその新たな土地へも分散され，既成市街地への市街化圧力は軽減される。他の1つは交通施設整備による時間距離の短縮である。時間距離の短縮によって適地度が増大すると，そのゾーンへの市街化圧力は増大し，結果として市街化率は上昇する。

いま市街地全面積が S から $S+\varDelta S$ に増加（$\varDelta S \geqq 0$）し，ゾーン i の面積が s_i から $s_i+\varDelta s_i$，($\varDelta s_i \geqq 0$)，($i=1, 2, \cdots\cdots, N$)に増加し，さらに交通施設整備により，ゾーン i の都心までの平均時間距離が t_i から $t_i-\varDelta t_i$，$\varDelta t_i \geqq 0$，($i=1, 2, \cdots\cdots, N$)に短縮されたとする。そしてこの結果，限界地の適地度が w_0 から $w_0-\varDelta w_0$ に変化し，ゾーン i の市街化率が p_i から $p_i+\varDelta p_i$ に変化したとする。この場合の原因と結果との関係は次のようになる。

まず新しい需要条件式は

$$S+\varDelta S=\sum_{i=1}^{N}(s_i+\varDelta s_i)(p_i+\varDelta p_i)$$

$$=\sum_{i=1}^{N}(s_ip_i+\varDelta s_ip_i+s_i\varDelta p_i+\varDelta s_i\varDelta p_i) \qquad (4\cdot4\cdot8)$$

ここで式(4・4・2)を代入し，また $\sum_{i=1}^{N}\varDelta s_i\varDelta p_i$ は無視できるものと考えると，

$$\Delta S=\sum_{i=1}^{N}(\Delta s_i p_i + s_i \Delta p_i) \qquad (4\cdot4\cdot9)$$

また市街化率と限界地の適地度との関係は

$$p_i+\Delta p_i=\int_{-\infty}^{\frac{-w_o+\Delta w_o-t_i+\Delta t_i}{\sigma}}\phi(x)dx$$

$$=\int_{-\infty}^{\frac{-w_o-t_i}{\sigma}}\phi(x)dx+\int_{\frac{-w_o-t_i}{\sigma}}^{\frac{-w_o+\Delta w_o-t_i+\Delta t_i}{\sigma}}\phi(x)dx \qquad (4\cdot4\cdot10)$$

ここで式(4・4・5)を代入すると

$$\Delta p_i=\int_{\frac{-w_o-t_i}{\sigma}}^{\frac{-w_o+\Delta w_o-t_i+\Delta t_i}{\sigma}}\phi(x)dx \qquad (4\cdot4\cdot11)$$

ゆえに式(4・4・9)に式(4・4・5)と式(4・4・11)を代入して

$$\Delta S=\sum_{i=1}^{N}\left\{\Delta s_i\int_{-\infty}^{\frac{-w_o-t_i}{\sigma}}\phi(x)dx+s_i\int_{\frac{-w_o-t_i}{\sigma}}^{\frac{-w_o+\Delta w_o-t_i+\Delta t_i}{\sigma}}\phi(x)dx\right\} \qquad (4\cdot4\cdot12)$$

この式(4・4・12)が ΔS ，Δs_i，Δt_i の変化に対する Δw_o の変化を決定する関係式である。

これをもう少し具体的に分析する。まず市街地全面積が増加($\Delta S>0$)したにもかかわらず，埋立等によるゾーン面積の増加が行なわれず($\Delta s_i=0, i=1,2,\cdots, N$)，また交通施設整備も行なわれない($\Delta t_i=0$，$i=1,2,\cdots\cdots, N$)とすると，式(4・4・12)は

$$\Delta S=\sum_{i=1}^{N}s_i\int_{\frac{-w_o-t_i}{\sigma}}^{\frac{-w_o+\Delta w_o-t_i}{\sigma}}\phi(x)dx \qquad (4\cdot4\cdot13)$$

条件より，$\Delta w_o>0$ となるから，この場合には限界地の適地度は低下する。すなわち，より適地度の低いゾーンまで市街地として転換されていき，いわゆるスプ

ロール現象が起こる。これに対して交通施設整備によって，ゾーン i の時間距離が Δt_i 短縮された（$\Delta t_i \geqq 0$，$i=1, 2, \cdots\cdots, N$）とすれば

$$\Delta S=\sum_{i=1}^{N} s_i \int_{\frac{-w_o-t_i}{\sigma}}^{\frac{-w_o+\Delta w_o-t_i+\Delta t_i}{\sigma}} \phi(x)\,dx \qquad (4\cdot4\cdot14)$$

したがって，Δt_i の効果によって，Δw_o の低下は押えられ，Δt_i の値によっては $\Delta w_o<0$ となり，限界地の適地度は増加する。さらにゾーン面積が埋立等によって増加（$\Delta s_i \geqq 0$，$i=1, 2, \cdots\cdots, N$）した場合が式（4・4・12）であり，Δw_o は式（4・4・14）の Δw_o より小さくなり，ますます限界地の適地度は増加しやすくなり，より優良な市街地が現われることになる。

以上の市街化過程は図4・4・3のようにまとめられる。まず $\tau+1$ 期の市街地全

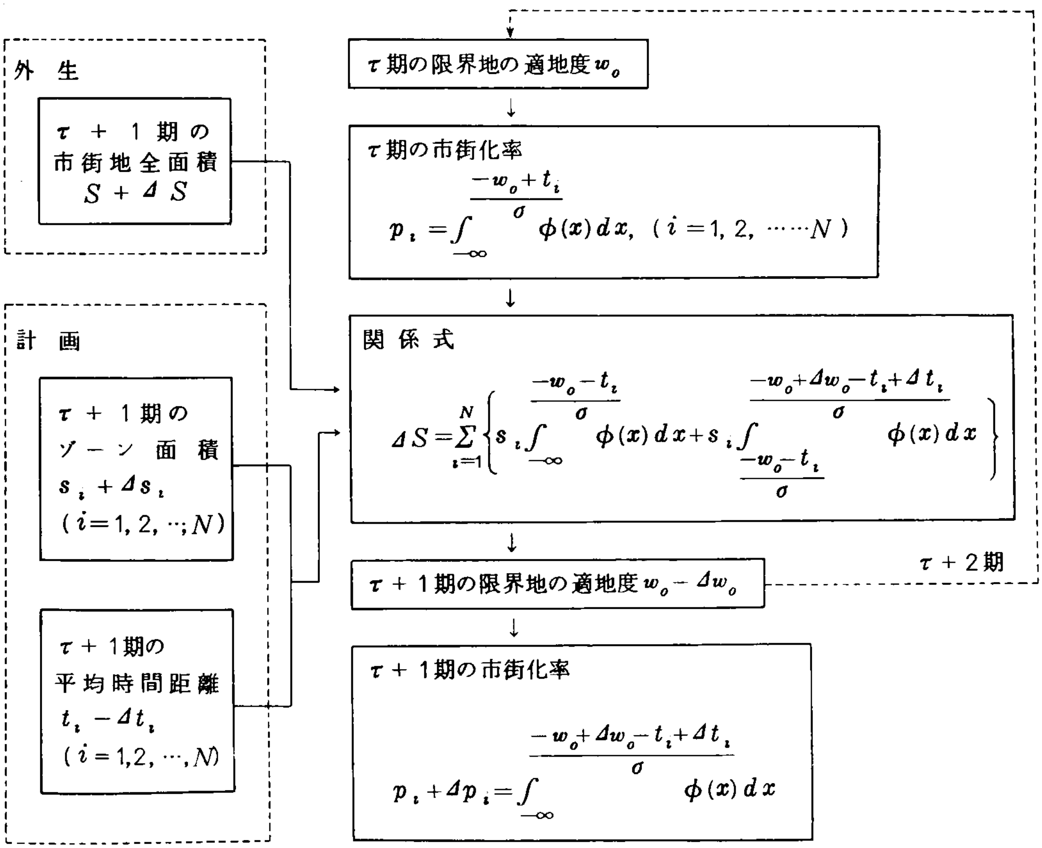


図4・4・3　市街化過程のモデル

面積 $S+\Delta S$ はこのモデルには外生変数として与える。さらに埋立て等による市街地面積の増加 $s_i+\Delta s_i$（$i=1, 2, \cdots\cdots, N$）や交通施設整備による時間距離の短縮 $t_i-\Delta t_i$（$i=1, 2, \cdots\cdots, N$）などの計画をインプットする。これら $S+\Delta S$, $s_i+\Delta s_i$, $t_i-\Delta t_i$ と現在の限界地の適地度 w_0を関係式に代入して，$\tau+1$期の限界地の適地度 $w_0-\Delta w_0$ が求められる。これより $\tau+1$期の市街化率 $p_i+\Delta p_i$ が予測できる。こうしてこのプロセスを各期について繰返すことにより将来にわたる市街化過程を予測することができる。

(4) 適地度関数の多因子モデル

東京都を対象とした実証の結果によれば，都心までの時間距離だけによって適地度を仮定しても，区市郡単位の市街化過程を説明できることが明らかとなった。このような行政区域を単位とする市街化過程モデルは，都市圏計画の策定等にとって重要な意義をもっていると考える。しかしまた，より小さな単位で市街化過程を説明できるモデルも必要であり，そういったより小さな単位の市街化は時間距離だけを変数とする適地度関数では十分に説明できないことは明らかである。もちろん，市街化過程を記述するためにどれ程の広さの単位を用いるのがよいかは，そのモデルを利用する目的によって規定されるものであると考えられる。

都市施設と市街化過程との関係を明らかにし，都市施設計画に応用することが本節の目的である。しかし，そのために市街化をどの大きさの単位で分析すれば最適であるかについて本節は提示できない。ここでは都市圏を 1 ㎞ × 1 ㎞の矩形のゾーン単位に分割して，市街化の都市圏内での分布と変化とを記述できるモデルを展開する。これは 1 ㎢にメッシュ化された資料が計算技術上の諸問題を軽減するであろうという利便性と，資料の入手が可能であったという 2 つの理由によるものである。

さて 1 ㎢のゾーンの市街化を決定する因子として都心までの時間距離だけでは不十分である。明らかに同一の時間距離をもつと思われるゾーンも，その市街化率は等しいとみなされない。それはそれらのゾーン間に時間距離以外の因子の差があるためである。そこでゾーン i の適地度 w_i を，そのゾーンの特性因子 x_{i1}, $x_{i2}, \cdots\cdots, x_{iR}$ の関数として一般的に式（4・4・15）で仮定する。

$$w_i = f(x_{i1},\ x_{i2},\cdots\cdots,\ x_{iR}) \tag{4・4・15}$$
$$(i = 1,\ 2,\cdots\cdots,\ N)$$

ここで w_i は時間距離モデルと同様に，ゾーン i の適地度の平均値であって，1㎢の土地の中の任意の地点の適地度は正規母集団 $N(w_i\ ,\ \sigma_i^2)$ からの任意標本と仮定する。従って市街化の限界地の適地度の w_o とすると，ゾーン i の市街化率 p_i は，ゾーン i 内の地点のうち，適地度が w_o 以上の地点の割合に等しく，式(4・4・3)と同様に，

$$p_i = \int_{w_o}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_i}\, exp\left[-\frac{(z-w_i)^2}{2\sigma_i^{\,2}}\right] dz,\quad (i = 1, 2,\cdots\cdots, N) \tag{4・4・16}$$

さらに，$(z - w_i)/\sigma_i = t$ とおき，標準正規分布の対称性を考慮して変形すると，

$$p_i = \int_{-\infty}^{\frac{w_i - w_o}{\sigma_i}} \phi(t)\,dt\ ,\quad (i = 1, 2,\cdots\cdots, N) \tag{4・4・17}$$

ここに，

$$\phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\, exp\left(-\frac{t^2}{2}\right)$$

さらに，時間距離モデルにおいて，$\sigma_i^{\,2} = \sigma^2$ と仮定できることを実証したので，ここでも，$\sigma_i^{\,2} = \sigma^2$ と仮定すると，結局，ゾーン i の市街化率は式(4・4・18)によって表わすことができる。

$$p_i = \int_{-\infty}^{\frac{w_i - w_o}{\sigma}} \phi(t)\,dt\ ,\quad (i = 1, 2,\cdots\cdots, N) \tag{4・4・18}$$

このように，ゾーン i の適地度 w_i がゾーン特性 x_{i1}, x_{i2},……, x_{iR} の関数であっても，適地度 w_i と市街化率 p_i との関係は時間距離モデルの場合と同じである。われわれは資料から各ゾーンの市街化率 p_i, $(i = 1, 2,\cdots\cdots, N)$ を観測することができる。そこで時間距離モデルと同様に正規分布表から，式(4・4・7)を満足する q_i, $(i = 1, 2,\cdots\cdots, N)$ を求めることができる。そしてこの q_i,

($i=1, 2, \cdots\cdots, N$)は式(4・4・18)より

$$q_i=\frac{w_i-w_o}{\sigma}\ ,\quad (i=1,\ 2,\cdots\cdots,\ N) \qquad (4\cdot4\cdot19)$$

さらに，σは定数であり，また適地度の単位は任意であるから，あらためて $w_i={}^{w_i}/_{\sigma}$，$w_o={}^{w_o}/_{\sigma}$ と置いても一般性は失なわれない。したがって式(4・4・19)は次式と同じことを意味している。

$$q_i=w_i-w_o\ ,\quad (i=1,\ 2,\cdots\cdots,\ N) \qquad (4\cdot4\cdot20)$$

さらに，ゾーンiの要因 x_{i1},, $x_{i2}\cdots\cdots$, x_{iR} をダミー変数 $\delta_i(jk)$, (j=1,2,……, R,k=1, 2,……, k_j) で表わし，式(4・4・15)の適地度関数をこれらのダミー変数の線形結合として式(4・4・21)で仮定する。

$$w_i=\sum_{j=1}^{R}\sum_{k=1}^{k_j}\delta_i(jk)X_{jk},\ (i=1,2,\cdots\cdots,\ N) \qquad (4\cdot4\cdot21)$$

ここに
- $\delta_i(jk)$: ゾーンiの要因jの状態を表わすダミー変数。ゾーンiが要因jのカテゴリーkに該当するとき1，そうでないとき0となる。
- X_{jk} ：要因jのカテゴリーkに与えるパラメータ。
- R ：要因の数。
- k_j ：要因jのカテゴリー数。

式(4・4・21)を式(4・4・20)に代入すると，

$$q_i=\sum_{j=1}^{R}\sum_{k=1}^{k_j}\delta_i(jk)X_{jk}-w_o\ ,\quad (i=1,2,\cdots\cdots,\ N) \qquad (4\cdot4\cdot22)$$

ゆえに，資料より $\delta_i(jk)$, ($j=1,2,\cdots\cdots$, R ; k=1.2,……, k_j ; $i=1,2,\cdots\cdots$, N) を求めておけば，q_i, ($i=1,\ 2,\cdots\cdots,\ N$) を被説明変数，X_{jk}, (j= 1,2,……, R ; $k=1,2,\cdots\cdots$, k_j) と w_o を回帰係数として，ダミー変数による重回帰分析を適用できることになる。そこでこの方法によって，近畿圏を対象として実証的に考察する。

対象地域は近畿圏であり，分析に用いた資料はいずれも昭和４０年のものであ

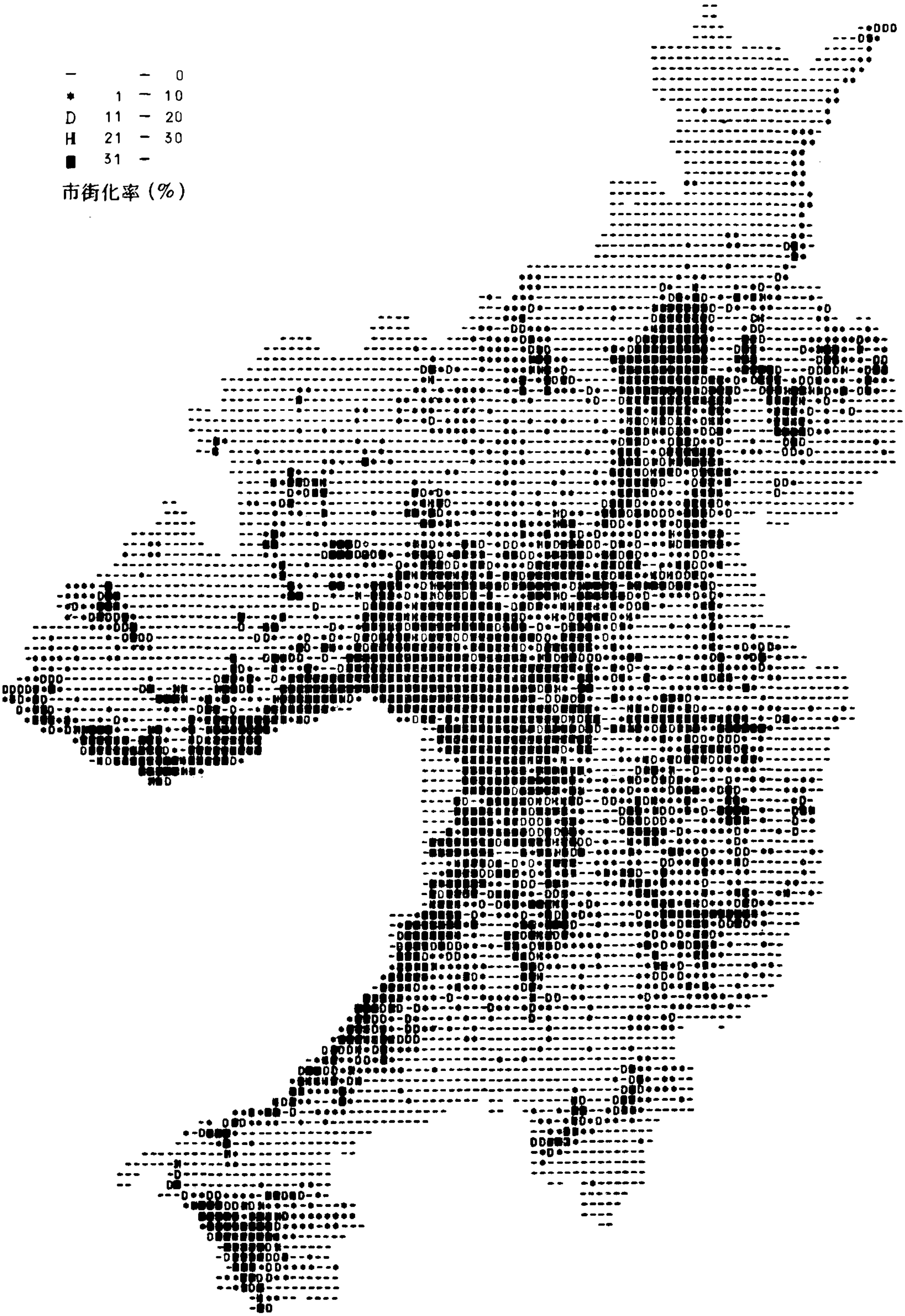


図4・4・4　市街化率の現況（近畿圏　昭40）

る。この対象地域の市街化率の現況は図4・4・4に示すようである。この地域を約1㎢（縦925m×横1,150m）の長方形に分割し，この長方形の地域をゾーンとした。そしてそれぞれのゾーンの特性を表わす要因として，次の10種類の要因をとった。

要因番号

1　道路による大阪都心部までのアクセス

2　〃　京都　〃

3　〃　神戸　〃

4　鉄道による大阪都心部までのアクセス

5　〃　京都　〃

6　〃　神戸　〃

7　道路による最寄港湾までのアクセス

8　〃　インターチェンジまでのアクセス

9　〃　鉄道駅までのアクセス

10　道路抵抗値

そしてこれらの要因をいずれも4段階のカテゴリーに分けた。カテゴリー1が最もアクセスが良く，カテゴリー4が最も悪い。また港湾としては表4・4・1に示すものを用いた。また道路抵抗値[67]とは当該ゾーンの道路整備状態を表わす指数であり次のような方法によって計測した。まず道路構造令によって，表4・4・2に示すように道路を種級に分け，種級rの速度，幅員

表4・4・1　対象とした港湾

	港湾名
兵庫県	東播磨港 （重要港湾）{別府港，播磨港，高砂港 神戸港 （特定重要港湾） 阪神港 （重要港湾）{尼崎港，西宮港，芦屋港
大阪府	大阪港 （特定重要港湾） 堺泉北 （特定重要港湾） 阪南港 （重要港湾）
和歌山県	和歌山下津港 （特定重要港湾）{和歌山港，海南港，下津港，有田港
徳島県	小松島港 （重要港湾） 橘港 （重要港湾）

表 4・4・2　道路構造令による道路の種級

種別	市街化区域内				市街化区域外			
	種　級	時速 Km／h	車線	一車線幅員 m	種　級	時速 Km／h	車線	一車線幅員 m
一般道路	4種4級	20	1	3.0	3種5級	30	1	3.0
一般地方道	4種3級	20	2	3.0	3種3級	30	2	3.0
主要地方道	4種2級	30	4	3.25	3種2級	40	4	3.25
国　道	4種1級	40	4	3.25	3種1級	60	4	3.5
都市内高速	2種1級	60	4	3.5	2種1級	60	4	3.5
都市間高速	1種1級	100	4	3.5	1種1級	100	4	3.5

および本数によって Er を定義する。

$$Er = (\text{種級}\ r\ \text{の本数}) \times (\text{種級}\ r\ \text{の速度}) \times (\text{種級}\ r\ \text{の幅員})$$

この Er を種級について加えたものを Q とする。以上の計算を図4・4・5 の6方向について計算し，これを Q_1，Q_2，……，Q_6 とする。つぎに図 4・4・6 に示す4方向の通り易さ G_1，G_2，G_3，G_4 を次式によって求める。

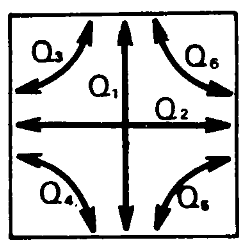


図 4・4・5　通過道路の方向

$$G_1 = Q_2 + \frac{1}{2}(Q_5 + Q_6)$$

$$G_2 = Q_1 + \frac{1}{2}(Q_3 + Q_6)$$

$$G_3 = Q_2 + \frac{1}{2}(Q_3 + Q_4)$$

$$G_4 = Q_1 + \frac{1}{2}(Q_4 + Q_5)$$

そして最後に道路抵抗値を次式によって求めた。

$$\text{道路抵抗値} = \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} + \frac{1}{G_3} + \frac{1}{G_4}$$

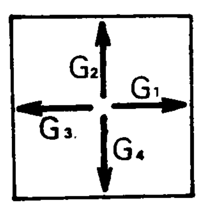


図 4・4・6　通り易さの方向

さて，以上の要因によって，式(4・4・21)に重回帰分析を適用し，表(4・4・3)に示す結果を得た。重相関係数は 0.8245 と高い。(すべての要因のカテゴリー1を0と置いた場合の定数値は 2.393 であるから，$w_o = -2.393$ である。) この結果より，1㎢のゾーンの市街化率は道路網と鉄道網の整備状態によって予測す

表４・４・３　重回帰分析の結果

要因	カテゴリー	回帰係数	標準偏差	偏相関係数
1	2 3 4	−0.8519 −0.8409 −0.8233	0.2274 0.2956 0.3548	−0.1766 −0.1341 −0.1094
2	2 3 4	−0.3399 −0.5100 −0.4895	0.2962 0.2967 0.3474	−0.0541 −0.0810 −0.0664
3	2 3 4	−0.4491 −0.7953 −0.3794	0.4625 0.4828 0.4976	−0.0457 −0.0776 −0.0359
4	2 3 4	−0.5721 −1.1268 −1.3890	0.2522 0.3250 0.4020	−0.1069 −0.1634 −0.1629
5	2 3 4	−0.4656 −0.0227 −0.1572	0.2173 0.2379 0.2814	−0.1010 −0.0045 −0.0263
6	2 3 4	−0.2733 −0.6363 0.2474	0.2758 0.3295 0.3869	−0.0467 −0.0910 0.0301
7	2 3 4	0.1867 −0.0260 −0.0156	0.4466 0.4529 0.4203	0.0197 −0.0027 −0.0017
8	2 3 4	0.0137 0.2237 0.0956	0.1657 0.2230 0.2132	0.0039 0.0473 0.0211
9	2 3 4	−0.2663 −1.0165 −1.5097	0.1493 0.2245 0.2829	−0.0841 −0.2135 −0.2515
10	2 3 4	−0.3037 −0.0628 −0.1076	0.1427 0.1919 0.2322	0.1003 0.0154 0.0218
	定　数	2.3926		

(注) カテゴリー１はいずれも０

ることができる。このモデルによる市街化過程は図４・４・３とほとんど同じであるので省略する。ただ前者においては交通施設整備による効果は都市までの平均時間距離 t_i の短縮だけに現われているが，後者においては前記１０種類の要因のカテゴリーの変化となって現われる。

(5) 結　び

本節では都市圏における市街化現象を予測するモデルを提案した。まず第２節で述べた選好関数に該当するものとして，適地度関数を定義した。そして区市郡単位で市街化現象を予測するモデルとしては，都心までの時間距離だけを要因とした適地度関数を仮定し，また１㎢程度の単位で予測するモデルとしては，前記１０種類の要因を用いた適地度関数を仮定して，これらのモデルを実証した。さらに選択ルールとして確率ルールを仮定して，市街化現象を適地度関数式（４・４・21），市街化率の関数式（4・4・18）および需要条件式（4・4・2）の連立モデルによって表現できることを示した。この連立モデルによって，市街地需要の変化

都市施設の整備および埋立て等による宅地造成などの市街化過程に与える影響を明らかにすることができるため，市街化計画にとって有効なモデルを提案し得たと考える。

第5節　都市圏における土地利用の分析[68)]

本節では都市圏における土地利用の現況を分析する。土地をある用途に利用する目的にとって，それぞれの土地が適している程度を表わす指数をその用途にとっての適地度と定義すると，この適地度はそれぞれの土地特性を表わす要因の関数として仮定できると思われる。この関数を第4節と同様に適地度関数と呼ぶことにすると，この適地度関数が第2節で一般的に述べた選好関数に該当する。したがって土地利用モデルにおいては各用途別に選好関数が考えられる。つまり商業にとっての適地度関数，工業にとっての適地度関数，住宅にとっての適地度関数などがある。[69)]ところが，後述するように土地利用の場合には第2節で一般的に述べた確率ルールを必ずしも適用できるとはいえない。このため第2節の方法を，土地利用に対して実証的に考察することは困難である。そこで本節では土地利用の現況を多変量解析法によって分析し，用途別の適地度関数を実証するための基礎知識を得ることにする。

(1) 概　　説

都市の土地利用が無秩序に行われていくと，都市の生活環境や生産環境が悪化し，自治体が極めて不経済な公共投資を余儀なくされる。このような環境の悪化を防ぎ，投資効率を高めるための法制的な手段として土地利用規制があり，またより望ましい土地利用へと土地市場を誘導していく手段として都市施設の整備が考えられる。ここで誘導とは，都市施設を整備することによって都市の土地市場に影響を与え，土地市場のメカニズムによって土地利用をより望ましい形態に近づけていくということである。

第4節において，都市施設の整備が市街化の進行に及ぼす影響について，その計量的な考察を述べた。そこでは土地が市街化にとってどれほど適しているかを表わす指数を適地度と定義した。そして適地度が大きい土地から順次市街化され

ていくと仮定した。ところが土地利用についてはこれを仮定することには問題がある。それはたとえば住宅にとって大きな適地度をもつ土地が同時に商業や工業にとっても大きな適地度をもっているかもしれない。このときその土地が住宅に利用されるかそれとも商業や工業に利用されるかは適地度だけでは決まらない。土地利用規制によって商業や工業に利用することが禁じられていればその土地は住宅に利用され易いといえるが，そのほかの土地については，住宅と商業や工業との間に何らかの競合が生じると考えられる。したがって複数個の用途がある以上，１つの用途にとっての適地度の大小関係だけで，それぞれの土地がその用途に転換されていくか否かを説明することはできない。本節ではこのように複数個の用途がある場合に，現実の観測資料から，各用途別の適地度関数を推定する方法を明示できない。そこで本節では土地利用に強い影響を与えていると思われる道路網，鉄道網などの都市施設と土地利用との関係を統計的に分析し，都市施設計画に役立つと思われる情報を得ることにし，各用途別の適地度関数の推定は今後の研究課題とする。

(2)　分析の方法

分析の対象地域は第４節と同様に近畿圏であり，約１㎢の長方形の地区を１ゾーンとした。ゾーンの中には商業，工業，住宅，その他が混在しており，昭和４０年の近畿圏の土地利用の現況は図4・5・1に示す。これらの混合の割合によってつぎのようにゾーンを分類する。まず商業，工業，住宅それぞれについて１ゾーンあたりの平均用地面積を求め，この平均値以上の用地があるゾーンと，平均値以下の用地しかないゾーンとに区別した。この結果，各ゾーンは表（4・5・1）のよう

表 4・5・1　ゾーンの分類

グループ	商業	工業	住宅	ゾーン数
1	○	○	○	406
2	○	○	×	35
3	○	×	○	242
4	×	○	○	265
5	×	○	×	280
6	○	×	×	75
7	×	×	○	523
8	×	×	×	3,342
計				5,168

注）○：平均値以上の用地があるゾーン
×：平均値以下の用地しかないゾーン

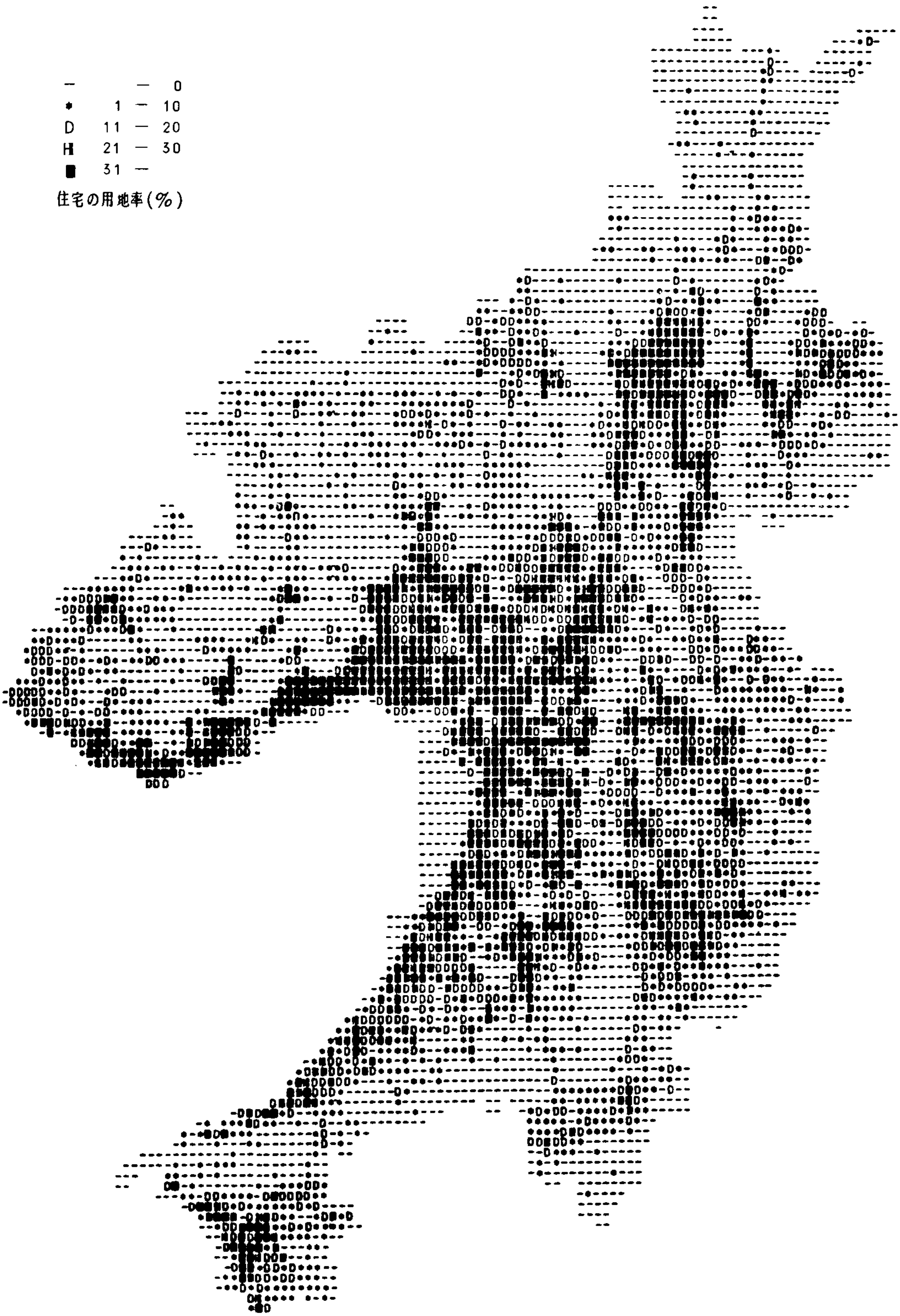


図 4・5・1　近畿圏の土地利用現況（昭40）
その1（住宅）

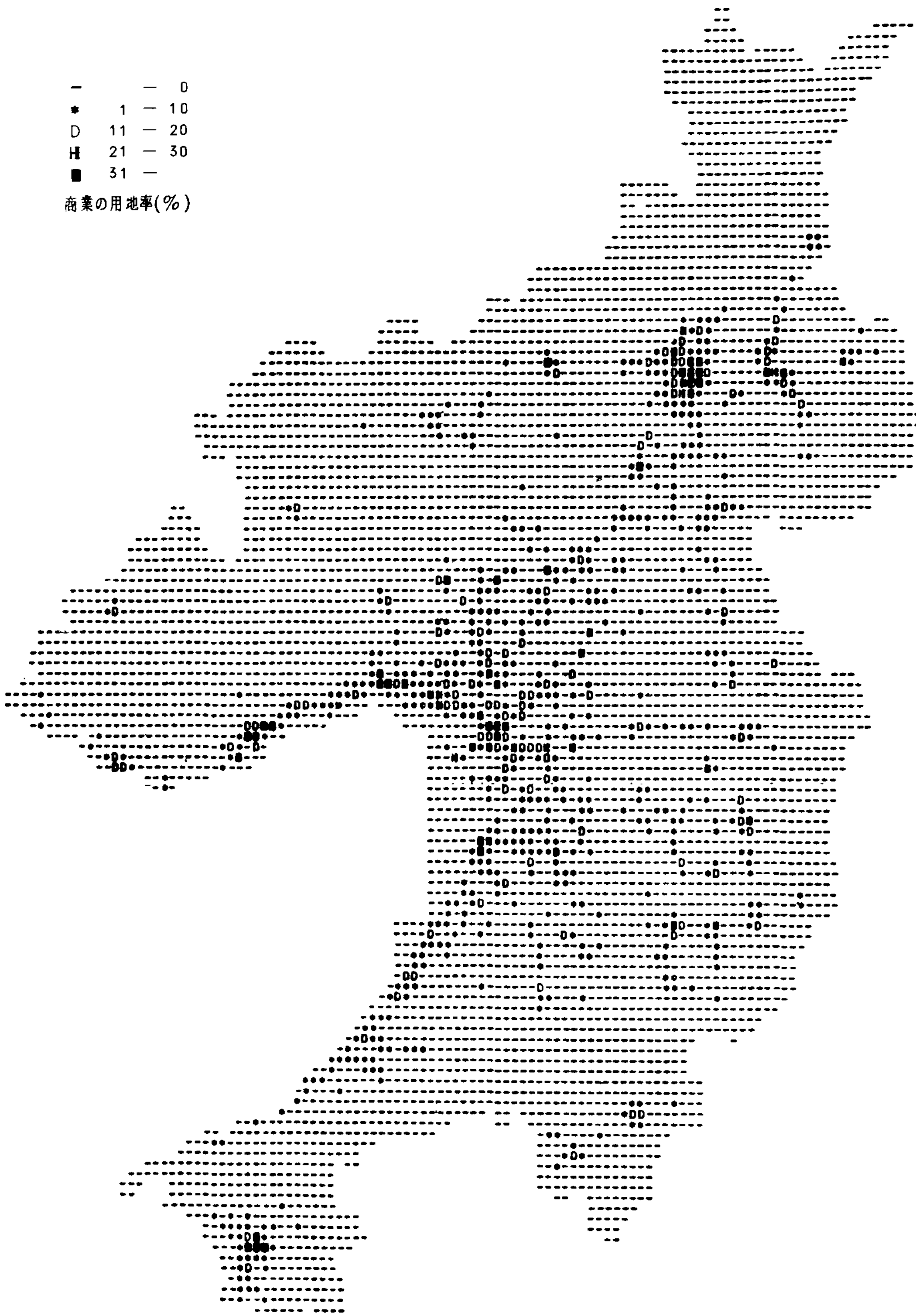


図 4・5・1　近畿圏の土地利用現況（昭40）
その2（商業）

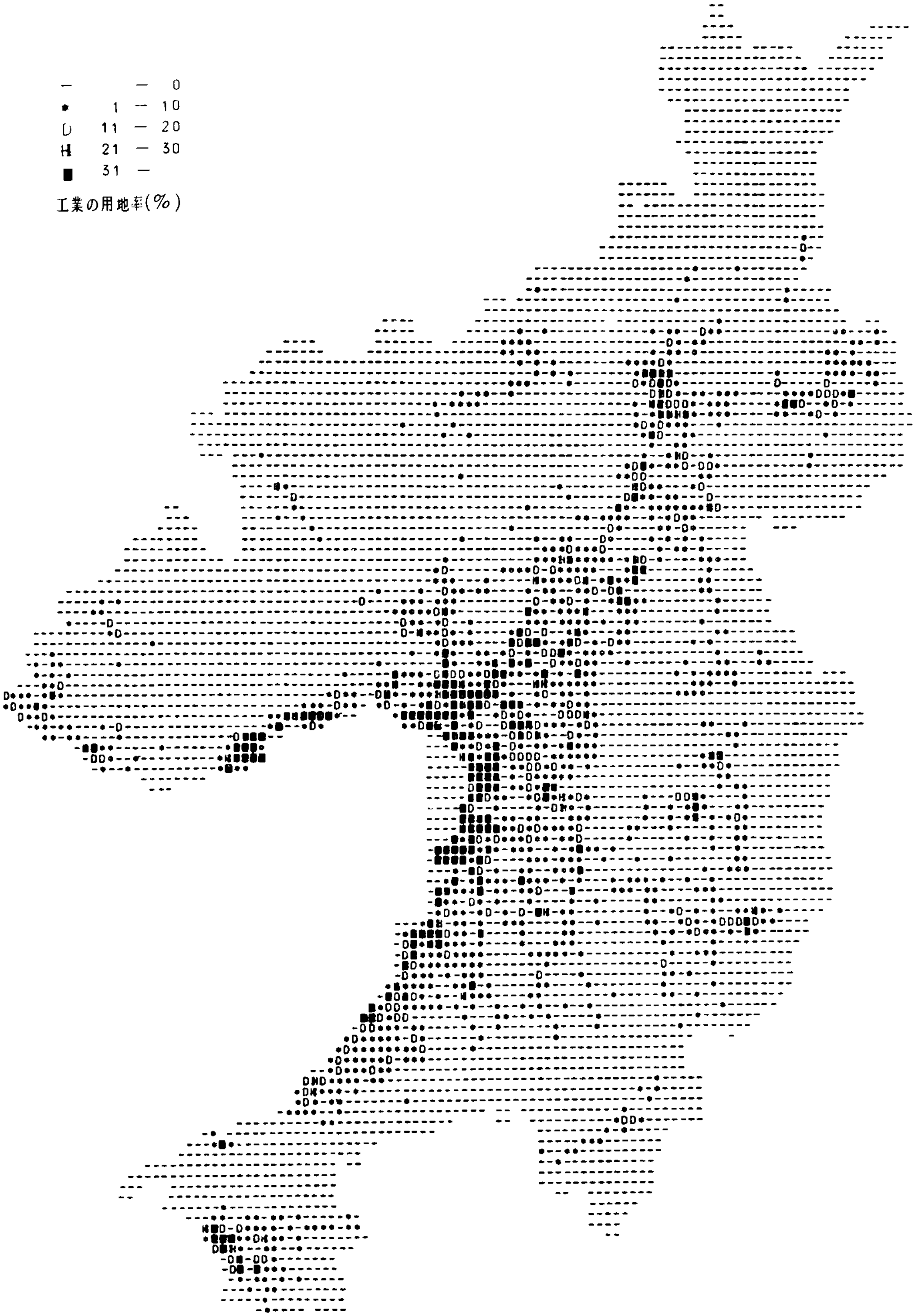


図 4・5・1　近畿圏の土地利用現況（昭40）
その3（工業）

に８つのグループに分類される。グループ１は，商業，工業，住宅いずれの用途にも適したゾーンであり，グループ８はすべての用途に適していないゾーンである。他の６つのグループはグループ１とグループ８との間の中間的な性格をもっているとみなされる。このようにゾーンを性格の異なるグループに分け，各ゾーンの特性がそのゾーンの性格を決定する主要な原因であると仮定すると，グループの間ではゾーン特性が異なっているはずである。またゾーン特性としては，第４節と同様に次の要因を用いた。

要因			
1	道路による大阪都市部へのアクセス		
2	〃	京都	〃
3	〃	神戸	〃
4	鉄道による大阪都市部へのアクセス		
5	〃	京都	〃
6	〃	神戸	〃
7	道路による最寄港湾へのアクセス		
8	〃	最良インターチェンジへのアクセス	
9	〃	最良鉄道駅へのアクセス	
10	道路抵抗値		

これらの要因をいずれも４つのカテゴリーに分け，カテゴリー１が最もアクセスが良く，カテゴリー４が最も悪いように分類した。さらに，これらの要因の一次結合によってゾーン i の特性を代表する合成変量 α_i を式（4・5・1）で定義する。

$$\alpha_i=\sum_{j=1}^{10}\sum_{k=1}^{4}\delta_i(jk)X_{jk}\ ,\quad (i=1,2,\cdots\cdots,N) \qquad (4\cdot5\cdot1)$$

ここに，
$\delta_i(jk)$：ゾーン i の要因 j が k カテゴリーに該当するとき１，そうでないとき０となるダミー変数
X_{jk}　：要因 j のカテゴリー k に与えられるパラメータ

そして，前記８つのグループの間でこの α_i ができるだけ異なるように，数量化理論Ⅱ類を適用し，X_{jk}（$j=1,\ 2,\cdots\cdots,\ 10,\ k=1,\ 2,\cdots\cdots,\ 4$）を推定する。

(3) 分析結果とその考察

前記10種類の要因によって8つのグループを判別し，表(4・5・2)の結果を得た。このときの相関比は 0.8004 と比較的高い。この結果から，ここに取上げた要因によって，それぞれのゾーンを8つのグループに判別することができるといえる。各要因がゾーンの性格づけに与える影響力の大きさはRANGEによって把握することができる。RANGE の大きさは要因によってそれ程大きな差は認められない。影響力の小さい要因は鉄道による京都都心部へのアクセス(RANGE＝0.0833)，道路による神戸都市部へのアクセス(RANGE＝0.2813)である。また影響力の大きい要因は道路による最寄港湾へのアクセス(RANGE＝2.0229)，道路による最寄鉄道駅へのアクセス(RANGE＝1.8848)である。都心部へのアクセスでは鉄道によるアクセスよりも道路によるアクセスの方が影響力が大きく，また道路．鉄道のいずれを利用する場合でも大阪都心部へのアクセスが京都，神戸へのアクセスより影響力が強い。またパラメータ X_{jk} は，いずれの要因についても，カテゴリーが大きい程つまりアクセスが悪化する程，あるいは道路抵抗値が大きくなるほど，ほぼ単調に増加している。したがって，α_i の値が大きいということは，この近畿圏の交通網の中で，相対的に不便なゾーンであると考えることがで

表4・5・2 グループの判別結果

要因	カテゴリー	X_{jk}	RANGE
1	1 2 3 4	−1.0036 −0.0036 0.1052 0.0553	1.1087
2	1 2 3 4	−1.0079 −0.3373 −0.0008 0.0900	1.0979
3	1 2 3 4	−0.0545 −0.2385 −0.0041 0.0430	0.2813
4	1 2 3 4	−0.6903 −0.1899 0.2815 0.4198	1.1100
5	1 2 3 4	0.0049 0.0438 0.0465 −0.0368	0.0833
6	1 2 3 4	−0.1567 −0.1552 0.2620 −0.0790	0.4186
7	1 2 3 4	−1.9367 −0.7970 −0.2218 0.0862	2.0229
8	1 2 3 4	−0.7199 −0.3648 0.0141 0.2437	0.9637
9	1 2 3 4	−1.3040 −0.5132 0.5398 0.5808	1.8848
10	1 2 3 4	−0.8775 −0.0830 0.3730 0.2618	1.2506

きる。この α_i の値をグループ別に集計して表(4・5・3)の結果を得た。平均値が最も大きいのはグループ8(MEAN=1.0334),最も小さいのはグループ1(MEAN=−3.1527)である。またグループ8とそれ以外のグループとが分離されていることがわかる。すなわち,何らかの用途に適しているゾーンと,いずれの用途にも適していないゾーンとでは,α_i の値に顕著な差が認められる。また2つの用途に適しているとみなされるグループ2,3,4の中ではグループ3と4が近接しており,また唯一の用途に適しているとみなされるクループ5,6,7の中ではクループ5と6とが近接している。したがって商業と工業との平均値はほぼ等しく,これら2つと住宅の平均値との間には差があると推定される。また表4・5・1より,それぞれの用途に適しているとみなされるゾーンはつぎのグループに含まれている。

表 4・5・3　グループ別の平均値,分散

グループ No.	グループ パターン	平均値	分散	標準偏差
1	○○○	−3.1527	1.7981	1.3409
2	○○×	−1.7799	2.2180	1.4893
3	○×○	−2.4796	2.0925	1.4466
4	×○○	−2.3588	1.5701	1.2530
5	×○×	−0.7981	2.0211	1.4216
6	○××	−0.7222	1.9864	1.4094
7	××○	−1.1638	2.1367	1.4617
8	×××	1.0334	0.8814	0.9388

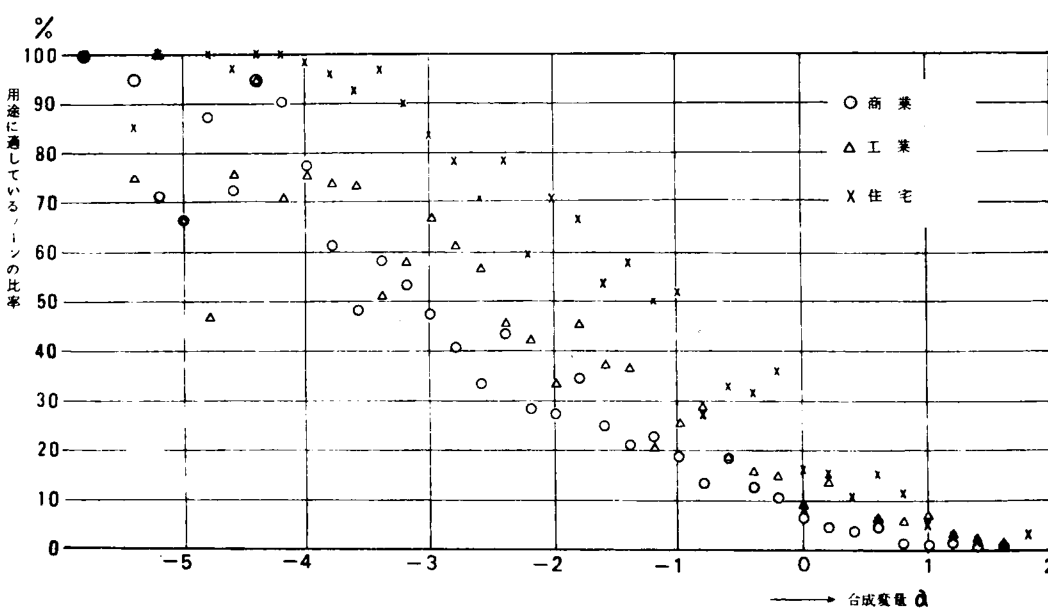


図 4・5・2　商業,工業,住宅に適しているゾーンの比率

商　業：グループ1，2，3，6

工　業：クループ1，2，4，5

住　宅：グループ1，3，4，7

そこでこの α_i を適当な級に分け，それぞれの級に属しているゾーンのうち，各用途に適しているとみなされるゾーンの比率を調べると，図4・5・2 となった。明らかにこの比率は α_i に対して単調に減少している。したがって，いずれの用途にとっても α_i が小さい程，より適したゾーンであるといえる。したがって合成変量 α_i は各用途にとっての適地度に反比例するものであると解釈することができるが，α_i の減少はすべての用途にとっての適地度を増加させるから，どの用途の面積がどれ程増加するかを予測することはできない。つまり第2節の確率ルールを仮定できるような適地度関数は求められていないことになる。

つぎに α_i を適当な級に分け，それぞれの級に属するゾーンのうち，各グループの構成比を求めた。いまあるゾーンの合成変量が α のとき，そのゾーンがグループ g，（$g=1, 2, \cdots\cdots, 8$）に属する条件付確率を $\pi_g(\alpha)$ とすると，先に求めた構成比はこの $\pi_g(\alpha)$ の観測値である。つぎに，各グループの α の平均値の大きい順に $\pi_g(\alpha)$ を加えて，次式の確率を定義する。

$$F(8 \mid \alpha) = \pi_8(\alpha)$$

$$F(8, 6 \mid \alpha) = \pi_6(\alpha) + F(8 \mid \alpha)$$

$$F(8, 6, 5 \mid \alpha) = \pi_5(\alpha) + F(8, 6 \mid \alpha)$$

$$F(8, 6, 5, 7 \mid \alpha) = \pi_7(\alpha) + F(8, 6, 5 \mid \alpha)$$

$$F(8, 6, 5, 7, 2 \mid \alpha) = \pi_2(\alpha) + F(8, 6, 5, 7 \mid \alpha)$$

$$F(8, 6, 5, 7, 2, 4 \mid \alpha) = \pi_4(\alpha) + F(8, 6, 5, 7, 2 \mid \alpha)$$

$$F(8, 6, 5, 7, 2, 4. 3 \mid \alpha) = \pi_3(\alpha) + F(8, 6, 5, 7, 2, 4 \mid \alpha)$$

ここにたとえば $F(8, 6 \mid \alpha)$ とはあるゾーンの合成変量が α のとき，そのゾーンがグループ8かグループ6のどちらかに属している確率である。この確率の観測値は $\pi_g(\alpha)$ の観測より求められ，これを図示すると，図4・5・3 となった。図より明らかにこの確率は正規分布関数をあてはめることができるので，平均値，分散を計算すると表(4・5・4)となった。したがってあるゾーンの合成変量が α で

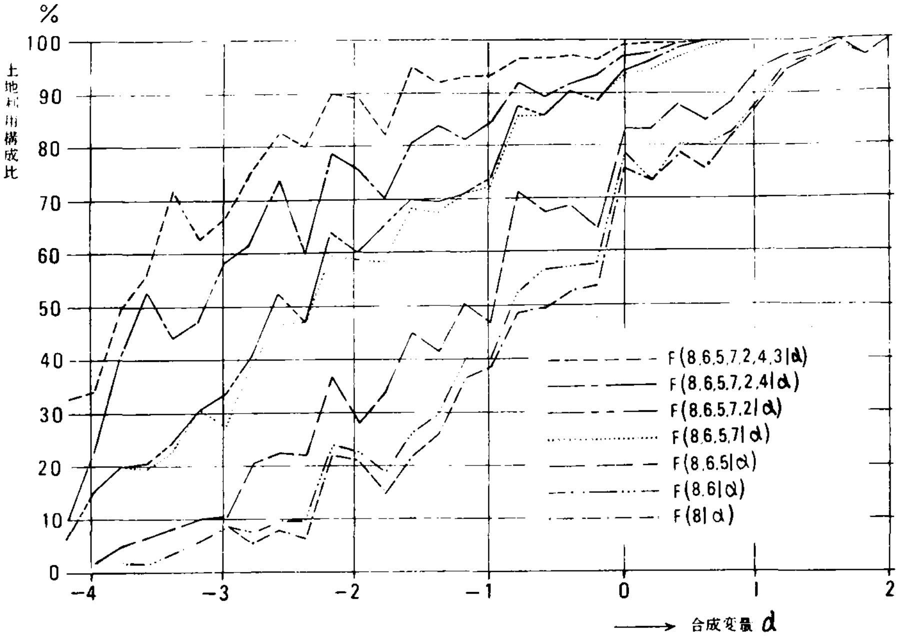


図 4・5・3　土地利用構成比の α に対する変化

表 4・5・4　正規分布関数のパラメータ

	平均値 μ	標準偏差 σ	相関係数 γ
$F(8 \mid \alpha)$	−0.5097	1.6866	0.9831
$F(8, 6 \mid \alpha)$	−0.6118	1.5844	0.8677
$F(8, 6, 5 \mid \alpha)$	−1.1230	1.5333	0.9747
$F(8, 6, 5, 7 \mid \alpha)$	−2.2473	1.7377	0.9683
$F(8, 6, 5, 7, 2 \mid \alpha)$	−2.3496	1.6866	0.9781
$F(8, 6, 5, 7, 2, 4 \mid \alpha)$	−3.2695	1.8396	0.9565
$F(8, 6, 5, 7, 2, 4, 3 \mid \alpha)$	−3.7807	1.6355	0.9594

あるとき，そのゾーンが工業にだけ適しているゾーンである確率 $\pi_5(\alpha)$ は

$$\pi_5(\alpha) = F(8, 6, 5 \mid \alpha) - F(8, 6 \mid \alpha)$$

$$= \int_{-\infty}^{\alpha} \left[\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_{8,6,5}} exp\left\{ -\frac{(x-\mu_{8,6,5})^2}{2\sigma_{8,6,5}^2} \right\} - \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_{8,6}} exp\left\{ -\frac{(x-\mu_{8,6})^2}{2\sigma_{8,6}^2} \right\} dx \right.$$

として求められ，同様に $\pi_g(\alpha)$，$(g = 1, 2, \cdots\cdots, 8)$ を推定することができる。

したがって，少なくとも近畿圏において，交通施設の整備などによって，各ゾーンの合成変量αが変化したとき，それぞれのゾーンがどのグループの土地利用形態に属するかを確率的に推定できる。

(4) 結　び

本節では都市圏における土地利用分布を分析した。まず都市圏を約1㎞のメッシュ状に分割し，すべてのゾーンを土地利用パターンによって8つのグループに分けた。そして，各ゾーンの特性によって合成変量を仮定し，8つのグループ間の相関比を最大化するように合成変量のパラメータを推定した。推定結果によると，合成変量は住宅，商業，工業それぞれにとっての適地度といずれも反比例するものであることが判明した。また任意のゾーンの前記8つのグループへの帰属確率を合成変量の関数として推定できることが明らかとなった。したがって，少なくとも近畿圏においては，今後交通施設等が整備されることによる合成変量の変化を推定することができるから，この関数によって，帰属確率を推定できることになる。この8つのグループへの帰属確率は土地利用への適性を確率的に表わすものと解釈することができると思われるから，本節の分析方法は交通施設の整備と土地利用との関係を計量的に表現するうえで，有効な方法といえる。

第6節　住宅選択モデル

本節では，まず住宅の所有形態によって世帯特性を判別する。次に，第2節で述べた選好関数の理論を民営借家の選択モデルに応用し，これを実証する。

(1) 概　説

わが国の住宅建設戸数は，昭和41年度にはじめて年間100万戸をこえ，以来，年率10％以上の高い率で増加しつづけ，昭和45年度には約160万戸に達するものと見込まれている。また住宅の投資も，経済の成長率を上回って増加し続け，昭和43～45年度間では経済成長率12.9％（実質）に対し，住宅投資は年17.0％（実質），昭和45年度には5兆5,000億円（名目），国民総生産に占める比率7.5％に達し，用地費を含めると7兆円を大きく上回ると見込まれるに至っている。[70)]

このような高い水準の住宅建設によって，5ヶ年間に670万戸の住宅の建設を目標とする第1期住宅建設5ヶ年計画は，おおむねその計画戸数の達成を図ることができたとされている。また住宅建設戸数の量の面での増大のみならず，住宅の質も全体の平均ではかなり高まりをみせており，広さ，不燃化率，中高層化率も高まっている。しかし，このような住宅の量的増大と質的向上にもかかわらず，国民の居住条件向上の欲求によって，住宅問題は今や量的解決の段階から質の向上を課題とする段階へと移行してきた。とりわけ借家の専用施設の不備，狭さ，持家の遠距離通勤，そして各種公害の深刻化に伴う住環境の悪化などは現在なお残された質的住宅難といえよう。

こうした現存する質的住宅難と今後さらに予想される新規住宅需要に対して，政府は第2期住宅建設5ヶ年計画を策定し，その目標として，すべての世帯が最低限度必要な居住室の規模を有し，かつ適正な構造および設備を備える居住環境の良好な住宅に住むことができることをとりあげている。こういった計画が現在の住宅市場に有機的に作用していくためには，多くの分析が必要と思われる。とくに現在の大都市地域では持家住宅の規模向上にくらべ，借家住宅の規模はなお低水準のまま推移しており，この格差の拡大を防止するためには借家住宅に入居せざるを得ない世帯，持家を建設できる世帯といった世帯階層に関する分析が必要である。

そこで本節では，住宅の所有形態による世帯構成の違いを判別し，さらに民営借家階層のみを対象として，世帯の住宅選好関数を明らかにする。

(2) 所有形態による世帯の判別モデル[71)]

住宅難と呼ばれる現象の中で，持家住宅と，借家住宅とではその内容が異なっている。たとえば持家住宅においては広さに関する問題よりもむしろ遠距離通勤という形の問題が深刻であり，借家住宅においては狭さがまず第1の問題となっている。したがって住宅難を解決するためには，住宅の所有形態に応じた住宅政策が立案されなくてはならない。さらに所有形態別に住宅政策を立案するためには，将来における所有形態別の需要予測が必要となってくる。この需要予測は非常に困難であるが，ここでは所有形態による世帯属性の相違を統計的に分析し，予測モデルを開発するための手がかりを得ることを目的とする。

表 4・6・1　所有形態と要因の種類

所有形態	持家，給与住宅，公営住宅，公団住宅，民営借家住宅					
カテゴリー ＼ 要因	1. 世帯人数	2. 世帯構成	3. 事業種類	4. 職業	5. 通勤時間	6. 収入
1	1 人	単身	会社	専門	0 分	～ 2 万
2	2	夫婦	自営	管理	0～ 30	2 ～ 4
3	3	兄弟	内職	販売	30～ 60	4 ～ 6
4	4	親子 1		農林	60～ 90	6 ～ 8
5	5	親子 2		運輸	90～120	8 ～ 10
6	6	子夫婦		技能工	120～	10 ～ 12
7	7	孫		サービス		12 ～ 14
8	8	ヒ 孫		その他		14 ～
9	9	その他				
10	10					

所有形態の種類と，世帯属性の要因とカテゴリーとを表4・6・1に示す。この世帯属性の一次結合によって，合成変量αを式(4・6・1)で定義し，数量化理論Ⅱ類によって未知数X_{jk}を求めた。

$$\alpha_i = \sum_j \sum_k \delta_i(jk) X_{jk} \qquad (4 \cdot 6 \cdot 1)$$

ここに

α_i ：世帯iの合成変量

$\delta_i(jk)$ ：世帯iの要因がkカテゴリーであるときに１，そうでないとき０となるダミー変数

X_{jk} ：j要因kカテゴリーに与えるパラメータ

用いた資料は，神戸市が昭和４３年度に実施した住宅調査である。計算結果を表4・6・2 に示す。

表 4・6・2　所有形態による世帯属性の判別結果

要因	カテゴリー	X_{jk}	RANGE
1	1	−1.2131	1.9299
	2	−0.2131	
	3	0.0255	
	4	0.3416	
	5	0.5122	
	6	0.2808	
	7	0.4773	
	8	0.7168	
	9	0.2202	
	10	0.0501	
2	1	0.6108	1.2717
	2	−0.0243	
	3	−0.3773	
	4	−0.1494	
	5	0.0431	
	6	0.8944	
	7	0.2293	
	8	0.1395	
	9	−0.0101	
3	1	−0.0105	0.5232
	2	0.1376	
	3	−0.3856	
4	1	0.0888	1.2513
	2	0.2098	
	3	−0.0944	
	4	1.0615	
	5	−0.1897	
	6	−0.1107	
	7	−0.1418	
	8	−0.1530	
5	1	0.5366	0.7503
	2	−0.2137	
	3	−0.0479	
	4	0.2970	
	5	0.2424	
	6	0.1705	
6	1	−0.0806	1.0006
	2	−0.2532	
	3	−0.2077	
	4	−0.0048	
	5	0.2633	
	6	0.5959	
	7	0.6494	
	8	0.7473	

計算結果より，所有形態別の合成変量の平均値は次のようになった。したがって合成変量が大きくなれば持家階層に近づき，小さくなれば民営借家層に近いこ

持　家	0.6041
民営の借家又は賃貸アパート	−0.1719
県営・市営住宅	0.1091
公団・公社の賃貸住宅	0.1909
給与住宅	0.3345

とがわかる。また公営と公団の賃貸住宅は合成変量の平均値が近い値であり，これら両者に属する世帯の間には属性の差はほとんどなく，公営と公団の形態の違いは階層の違いというよりも，むしろ入居機会の差に帰因するものと考えられる。給与住宅層はこの公営・公団層と持家層の中間にある。

まず合成変量を適当な級に分け，各級に属する世帯のうち，各所有形態別の占める比率を求める。この比率のうち，合成変量の平均値の最も大きい持家の比率を $F_1(\alpha)$ とする。つぎに平均値の大きい給与住宅の比率と，持家の比率とを加えた比率を $F_2(\alpha)$ とする。さらに公営住宅と公団住宅の平均値はほぼ等しいから，これをまとめて公共住宅とし，公共住宅の比率と，給与住宅，持家の比率とを加えた比率を $F_3(\alpha)$ とする。そしてこれら $F_1(\alpha)$，$F_2(\alpha)$，$F_3(\alpha)$ を正規確率紙上にプロットすると図4・6・1のよう

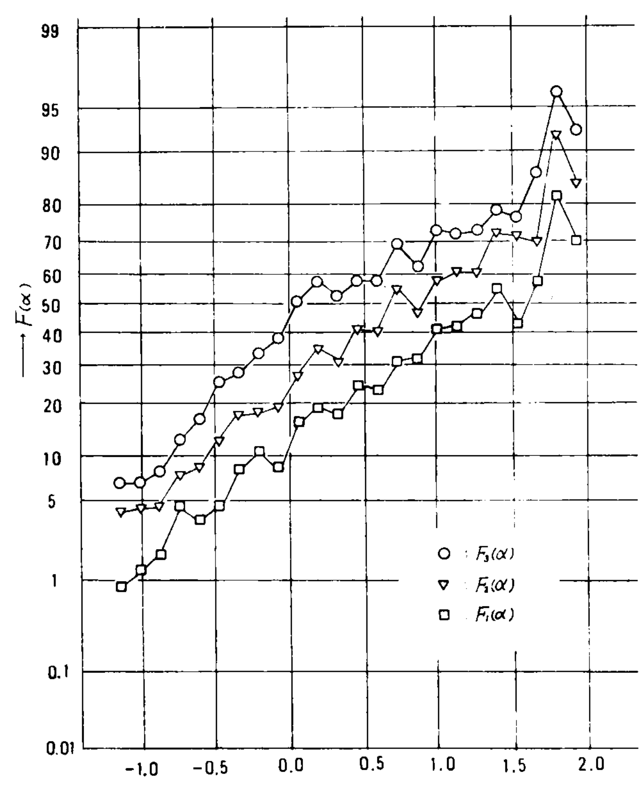


図 4・6・1　正規分布関数のあてはめ

に，直線とみなすことができるので，$F_1(\alpha)$，$F_2(\alpha)$，$F_3(\alpha)$はそれぞれ次の式に示す正規分布関数に近似できる。

$$F_1(\alpha)=\int_{-\infty}^{\alpha}\frac{1}{1.21\sqrt{2\pi}}\,exp\left[-\frac{(t-1.44)^2}{2.42}\right]dt$$

$$F_2(\alpha)=\int_{-\infty}^{\alpha}\frac{1}{1.08\sqrt{2\pi}}\,exp\left[-\frac{(t-0.826)^2}{2.16}\right]dt$$

$$F_3(\alpha)=\int_{-\infty}^{\alpha}\frac{1}{1.10\sqrt{2\pi}}\,exp\left[-\frac{(t-0.368)^2}{2.20}\right]dt$$

よって，所有形態はこの合成変量α軸上に順序づけられ，α値の大なる世帯から順に，持家層，給与住宅層．公共住宅層そして民営借家層となる。さらに，任意の世帯が合成変量αをもっているとき，その世帯が持家層，給与住宅層，公共住宅層，民営借家層にそれぞれ属する確率を$\pi_1(\alpha)$，$\pi_2(\alpha)$，$\pi_3(\alpha)$，$\pi_4(\alpha)$とす

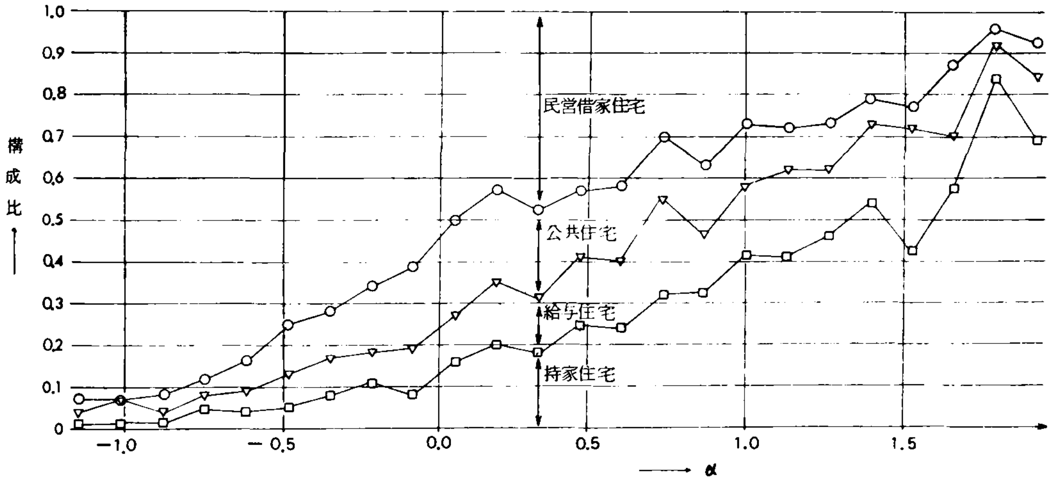


図 4・6・2　所有形態別の構成比

れば，図 4・6・2 に示すことから明らかに，次式で与えられる。

$$\left.\begin{aligned}\pi_1(\alpha)&=F_1(\alpha)\\ \pi_2(\alpha)&=F_2(\alpha)-F_1(\alpha)\\ \pi_3(\alpha)&=F_3(\alpha)-F_2(\alpha)\\ \pi_4(\alpha)&=1-F_3(\alpha)\end{aligned}\right\}\qquad(4\cdot6\cdot2)$$

当然　$\pi_1(\alpha)+\pi_2(\alpha)+\pi_3(\alpha)+\pi_4(\alpha)=1$　　(4・6・3)

ゆえに対象都市における各世帯の属性を知ることができれば，それぞれの世帯がどの所有形態に入居するかを確率的に知ることができるので，今後各都市での事例研究をふやしていくことによって核家族化等による新規住宅需要世帯の選好傾向や今後の住みかえ動態などを把握する手がかりを得ることが可能となるだろう。

(3) 民営借家の選択モデル[72)]

地代と立地の古典的理論は W. Alonso[73)] によって一般化，明確化され，古典的消費者行動理論によって，つまり無差別曲線と機会軌跡の概念によって体系的に説明された。そこでは古典的消費者均衡理論と同様に，完全情報，自由な市場，効用の最大化，合理的な経済人としての消費者などが仮定されているが，これらの仮定が現実的なものか否かについての疑問はあるにせよ，その仮定から導出された体系的理論とその均衡解は，都市経済学に多大な刺激を与えた。このように必ずしも現実的に妥当でない仮定の下で理論を展開することは，理論を体系化するための一つの宿命であると思われるが，現実的な細目を無視し，一般化することによって，多くの状況に共通な要素を明らかにし，より深い理解を得ることができ，そのように理解が深められると，次には一般から特殊へと進むことが可能となる。

本節においても，古典的な均衡理論と同様な仮定によって，民営借家住宅の選択行動を展開する。基本的な仮説は「世帯は，経済的制約下において，その世帯の効用を最大にする借家を選択する」ということである。そしてこの効用は，借家そのものの内容と，その周囲の住環境，都市の中での位置および家賃を支払うことによって犠牲にされた他の一般財とによって，各世帯が固有に決定する値である。ここでは理論展開を容易にするために，借家の内容を表わすものとして広さ，都市の中での位置を表わすものとして都心までの時間距離，それと一般財の購入金額の3つの変数によって効用関数を仮定する。世帯の効用 u は，広さ S，時間距離 t，購入金額 K を変数として，

$$u = g(S, t, K) \qquad (4\cdot6\cdot4)$$

さらに，世帯の収入を Y とすると，支出は一般財 K と家賃 C とに分配されるから，

$$Y = K + C \tag{4・6・5}$$

また借家の家賃が，広さと時間距離の関数であると仮定すると，

$$C = f(S, t) \tag{4・6・6}$$

式（4・6・5）と式（4・6・6）より

$$Y = K + f(S, t) \tag{4・6・7}$$

よって世帯は式（4・6・7）の制約下において，式（4・6・4）のuを最大にする借家を選択する。さらに，式（4・6・4）に式（4・6・5）を代入すると，

$$u = g(S, t, Y - C) \tag{4・6・8}$$

であるから，S，t，Cが等しい借家であっても効用の大きさは収入によって異なることがわかる。さて，uに同じ値を与えるS，t，Cの組み合わせの3次元空間における点の集合を無差別曲面と呼ぶ。したがって無差別曲面上では$du = 0$であるから，ある収入の世帯にとって，

$$du = \frac{\partial g}{\partial S} dS + \frac{\partial g}{\partial t} dt + \frac{\partial u}{\partial C} dC = 0 \tag{4・6・9}$$

ここで，$u_s = \partial g / \partial S$，$u_t = \partial g / \partial t$，$u_c = \partial u / \partial C$とおくと，$u_s$，$u_t$，$u_c$はそれぞれ広さの限界効用，時間距離の限界効用および貨幣の限界効用であり，ある一つの無差別曲面は式（4・6・10）で表わされる。

$$u_s dS + u_t dt + u_c dC = 0 \tag{4・6・10}$$

そこで，この式を利用して無差別曲面をS，t，Cの3次元空間に図化することができる。まず限界効用はそれぞれ一般的に考えると，

$$u_s > 0, \quad u_t < 0, \quad u_c < 0$$

である。したがって，$dt = 0$なる平面上では，$u_s dS + u_c dC = 0$であるから，$dC / dS = - u_s / u_c > 0$となり，$C$は$S$の増加関数であり，面積の増加による効用

の増分は家賃の増加によって相殺される。これを図4・6・3においてa_1db_1で表わす。また$dC=0$なる平面上では$u_s dS+u_t dt=0$より$dS/dt=-u_t/u_s>0$となり，Sはtの増加関数として同図deで表わされる。つまり時間距離の増加による不効用は面積の増加によって補なわれる。さらに$dS=0$なる平面上では，$u_t dt+u_c dC=0$より，$dC/dt=-u_t/u_C<0$となり，Cはtの減少関数として，同図a_1ec_1で表わされる。つまり，時間距離の増加による不効用は家賃の低下によって補なわれる。

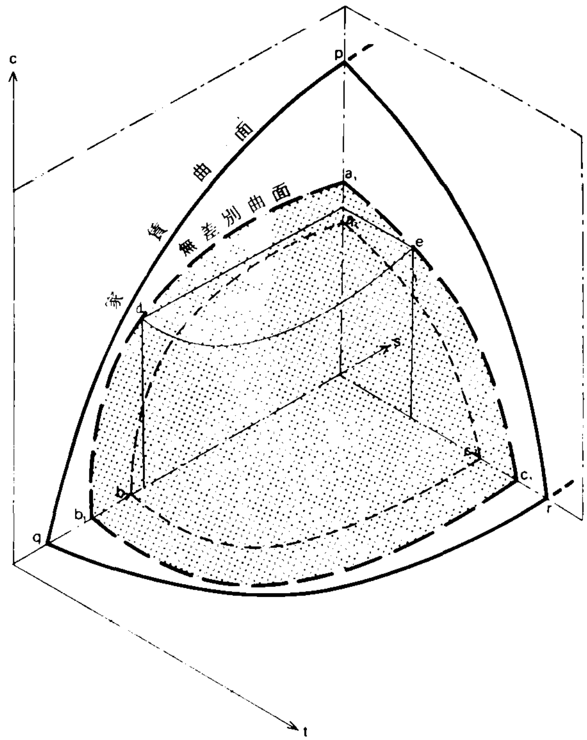


図 4・6・3　無差別曲面と家賃曲面

こうして，ある一つの無差別曲面はS,t,Cの3次元空間上に，$a_1db_1c_1e$のように表わすことができる。そしてこの無差別曲面よりさらに大きい効用をもつ無差別曲面は明らかにその曲率半径が小さくなり，たとえば曲面$a_2b_2c_2$で表わされる。

つぎに式(4・6・6)の家賃関数を同じ3次元空間に表わすことを考える。まず，$dC=0$なる平面においては，

$$dC=\frac{\partial f}{\partial S}dS+\frac{\partial f}{\partial t}dt=0 \qquad (4\cdot6\cdot11)$$

であり，また一般に$\partial f/\partial S>0$，$\partial f/\partial t<0$と考えられるから，

$$\frac{dS}{dt}=-\left(\frac{\partial f}{\partial t}\right)/\left(\frac{\partial f}{\partial S}\right)>0 \qquad (4\cdot6\cdot12)$$

ゆえに，この平面上では，図4・6・3の曲線qrのように，Sはtの増加関数である。また$dt=0$なる平面上では$dC/dS=\partial f/\partial S>0$であり，曲線$qp$のように，

C は S の増加関数，$dS=0$ なる平面上では $dC/dt=\partial f/\partial t<0$ であり，曲線 pr のように，C は t の減少関数である。よって，この3次元空間において，家賃曲面は曲面 pqr で表わされる。

借家市場において，すべての借家はこの家賃曲面上にあり，世帯はこの家賃曲面上の借家の中から効用の最大となる借家を選択する。最大の効用を与える無差別曲面は，図4・6・3においては，家賃曲面に接する無差別曲面である。そして2つの曲面の接点が住宅市場の中で，最大の効用をもつ借家である。両曲面は常に接点または接線を持つと考えられるが，その理由はまず，家賃曲面はさまざまな世帯の無差別曲面の包絡面となっていると考えられることである。また世帯が家賃として支出できる金額には限度があり，収入から生活に必要な最低限度の金額を差引いた額を越えて家賃に支出することはできない。したがってこの限度額以下で両曲面が交わっているとすると，世帯はより曲率半径の小さい効用の高い無差別曲面上の点を選ぶことになる。また家賃がこの限度額に近くなると，世帯にとって家賃の限界効用 u_c の変化率が，面積や時間距離の変化率より大きくなり，このため無差別曲面の勾配は急速に大きくなる。ゆえに家賃が限度額に近づくと無差別曲面の勾配は家賃曲面の勾配より必ず大きくなってくると考えられるから，両曲面は必ず接点もしくは接線をもつと考えられる。

また無差別曲面と家賃曲面とが交わっている場合，その交線は図より明らかに閉曲線となることがわかる。そこでこの閉曲線と家賃曲面を $S-t$ 平面に平行な平面で切った切片を，$S-t$ 平面上に投影すると図4・6・4を得る。閉曲線の中心点 E が両曲面の接点であり，この点で最大の効用を得る。閉曲線の曲率半径が大きくなるほど効用の低い無差別曲線を表わしている。また家賃曲線はその曲

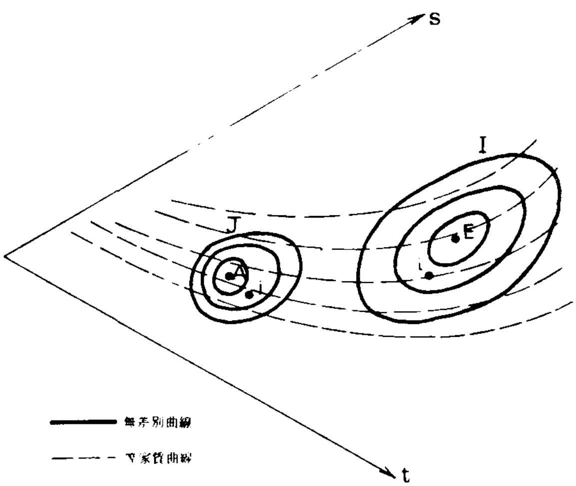


図 4・6・4　無差別曲線と等家賃曲線

率半径が小さくなる程，高い家賃の住宅を表わしている。効用関数の異なる他の世帯の無差別曲線はたとえば点Aを中心とする閉曲線によって表わされる。

さて現実の借家市場では，$S-t-C$の3次元空間の中で連続的な状態で供給が行なわれているとは限らない。その$S-t-C$空間の中で離散的な点として供給されていると考えて，連続的であるという仮定を除くと，世帯の借家選択は次のように変る。まず無差別曲面と家賃曲面の接点に必ずしも借家は供給されていないから，世帯は接点の近傍の借家を選択する。図4・6・4において，中心点Eからの曲率半径が大きくなる程効用は減少するから，供給されている借家の中で，最も曲率半径の小さい点iを選択する。同様にして他の世帯は中心点Aに最も近い点jを選択する。今前者の世帯をI，後者をJと呼ぶことにすると，両者にとって供給されている借家の中で最も効用の大きいのはそれぞれ点iと点jであるが，世帯Jにとって最も効用の大きい点jは，世帯iにとって必ずしも効用の大きい点であるとはいえない。したがって，世帯Iにとって，世帯Iが選択した借家の効用は，世帯Jが選択した借家の効用より大きく，また逆に，世帯Jにとって，世帯Jが選択した借家の効用は，世帯Iが選択した借家の効用より大きい。この関係を，各世帯の効用関数を$f_I(S, t, C)$，$f_J(S, t, C)$とおいて，次式で表わす。

$$\left\{\begin{array}{l} f_I(S_i, t_i, C_i) > f_I(S_j, t_j, C_j) \\ f_J(S_i, t_i, C_i) < f_J(S_j, t_j, C_j) \end{array}\right. \qquad (4\cdot6\cdot13)$$

こうして，借家の選択は，古典的な消費者均衡理論によって説明できることが明らかとなったが，現実的には，仮定の妥当性に多くの問題が残っている。そこで，この理論の基本式である効用関数と家賃関数について，若干の実証的分析を行う。

まず家賃は理論展開を容易にするために広さと時間距離とによって決まると仮定したが，現実にはその他多くの変数が影響していることは明らかである。そこで，広さ，時間距離の他に建て方，便所，浴槽の有無を含め，また入居年度ダミーをも含めて，すべての変数をダミー変数とした。まず，式(4・6・14)によって家賃関数を仮定して，重回帰分析によって推定した。

$$C_i = \sum_j \sum_k \delta_i(jk) X_{jk} + K_0 \qquad (4\cdot6\cdot14)$$

ここに
- C_i ： 借家 i の家賃（円／月）
- $\delta_i(jk)$ ： 借家 i が j 変数の k 水準であるとき 1，そうでないとき 0 となるダミー変数
- K_0 ： 定数項

神戸市の住宅調査資料によって推定した結果を表 4・6・3 に示す。重相関係数は 0.584 であった。借家の広さ，とくに 18 畳以上と以下とで家賃差が大きくなっていることが注目される。

表 4・6・3　家賃関数の重回帰分析結果

要因	水準	回帰係数 a_{jk}
(1) 建て方	1 一戸建	0
	2 長屋建	550
	3 共同住宅	900
(2) 時間距離	1 30分未満	350
	2 30分～1時間	250
	3 1時間以上	0
(3) 畳数	1 6畳未満	0
	2 6～12畳	1650
	3 12～18畳	2750
	4 18畳以上	7350
(4) 便所	1 専用	1500
	2 共用	0
(5) 浴槽	1 有	1850
	2 無	0
(6) 入居年度	1 40年	0
	2 41年	400
	3 42年	450
	4 43年	750
定数		2500

つぎに住宅の効用を表わす指数 V を式（4・6・15）によって仮定し，数量化理論Ⅱ類によって X_{jk} を推定した。

$$V_i = \sum_j \sum_k \delta_i(jk) X_{jk} \qquad (4\cdot6\cdot15)$$

ここに V_i は世帯 i の指数であり，$\delta_i(jk)$ は式（4・6・14）と同じである。同じ効用関数をもつとみなされる世帯集合として，月収2～6万円の単身世帯をとり，この集合と，残りの世帯集合との間の

表 4・6・4　住宅の効用関数の推定結果

要因	水準	X_{jk}	レンジ
(1) 建て方	1 一戸建	0.12950	
	2 長屋建	0.04031	
	3 共同住宅	−0.01472	0.14062
(2) 通勤時間	1 30分未満	−0.07011	
	2 30分～1時間	0.04609	
	3 1時間以上	0.11588	0.18599
(3) 畳数	1 6畳未満	−0.80785	
	2 6～12畳	0.14196	
	3 12～18畳	0.19215	
	4 18畳以上	0.16633	1.00000
(4) 便所	1 専用	0.19157	
	2 共用	−0.51936	0.71093
(5) 浴槽	1 有	0.08209	
	2 無	−0.01941	0.10150

相関比を最大にする X_{jk} を推定した。推定結果は表4・6・4 に示す。相関比は 0.42と低いが，これは月収と家族数が似ているだけでは十分に効用関数が等しいとみなせないためであるかもしれない。

このように家賃関数と効用の指数関数とは，用いた資料によって十分に検証されたとは断定できないが，この計算結果によって無差別曲線と家賃曲線とを $S-t$ 平面上に表わす。推定関数はいずれもダミー変数を利用したため，図4・6・4 のような連続曲線を直接得ることはできない。推定値のうち，S，t 以外の変数を一定と考えると，広さの4水準と時間距離の3水準の組み合わせ12点について，それぞれ家賃と効用指数の相対的大きさを求めることができる。この大きさによって無差別曲線と家賃曲線の略図は図4・6・5 となる。

この図より，単身世帯は時間距離1時間以上，広さ12～18畳の近傍の借家に最大の効用をもっていることがわかる。この点より時間距離の短い借家では家賃が高くなることによって，またより広い借家でも家賃が高くなることによって，またより狭い借家では効用が減少することによっていずれもより効用の小さい無差別曲線となる。

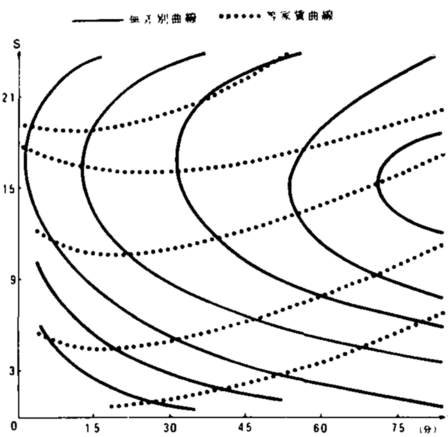


図 4・6・5　無差別曲線と家賃曲線の略図

(4) 結　び

本節では都市世帯による住宅選択に関する2つの分析を行った。まず住宅の所有形態は，世帯属性によって判別できることを明らかにした。この結果より，少なくとも神戸市においては，世帯属性さえ与件とすることができれば，その世帯が選択する住宅の所有形態を確率的に推定することが可能である。したがってさらに多くの都市で実証し，また経年的にも実証を重ねることによって，本節のモデルの客観性を確認する必要があるが，しかし，本節のモデルによって所有形態別の住宅需要を予測することが可能となると思われる。住宅政策は所有形態別に内容を異にしているから，本モデルの住宅政策の合理化に対する意義は大きいと

思われる。つぎに選択対象を民営借家住宅に限定して，都市世帯の住宅選択モデルを実証した。選好関数に該当するのは住宅の効用関数であるが，この関数は前述の要因によって表わされることが明らかとなった。また選択ルールとしては確実性ルールが適していると思われるが，このルールに関する実証は不十分なままであり，今後の課題としたい。

第7節　結　　語

本章では都市施設を合理的に計画するためには，都市施設が都市現象におよぼす影響を計量的に表現することが重要であるという認識に基づいて，その影響を数式モデルとして表現する場合の方法論について考察し，さらにこれを実証的に考察した。

まず第1節では都市施設計画からみた現象モデルの重要性について述べ，さらに現象モデルが都市施設計画にとって有効であるためには，そのモデルが現象を正確に再現できることはもちろんとして，操作可能なモデルであることも必要であることを明らかにした。そしてまた計画システムの効率を効果的に高めるためには，第2章で述べた現象システムの定義域 X の範囲内で現象モデルを開発することが必要であることを明らかにした。

第2節では，まず(1)において従来の都市に関する現象を扱った代表的な研究として比較都市論と都市生態学について考察し，それらの問題点について述べた。つぎに現象モデルをマクロモデルとミクロモデルに分け，両者の長所短所について考察することによって，本章では，現象モデルを次のように性格づけた。現象モデルはマクロモデルとする。マクロな集計量の中に含まれている行動主体を集約し，行動に対する仮説を設ける。そして，この仮設からマクロモデルを展開する。このようにマクロモデルにミクロモデルの長所をとり入れることによってマクロモデルの問題点が軽減されることを明らかにした。つぎに，(2)において行動に対する仮説を古典的消費者行動理論の効用理論に基づいて考察し，現象モデルを選好関数と選択ルールの2つの概念によってまとめた。選好関数とは，選択財の効用を，選択財の特性を説明変数として表わしたものであり，選択財の効用とは，選択主体からみた選

択財の選好順序を示す指数である。そして選択主体は効用の大きい財を選択すると仮定した。さて，本章の対象はマクロモデルであるから，選好関数によって推定された効用にはあいまいさが伴っている。このあいまいさは一般的に2つの原因によるものであると仮定した。1つは選択主体によって選好関数は異なっているから，集約された選好関数には，主体間の違いが含まれている。1つは選択財には，それ自身のバラツキがある。そして，効用のバラツキを選択主体の側に起因するものと解釈するか，あるいは選択財に起因すると解釈するかによって，選択ルールが異なり，Simonの定義を参考にして前者の解釈によるものを確実性ルール，後者の解釈によるものを確率ルールと名付け，これらのルールを定式化した。つぎに(3)において，選好関数を観測資料から重回帰分析や数量化理論などによって推定できることを明らかにした。そして，第3節，第4節，第5節，第6節において都市施設計画にとって重要と思われる都市現象に対して，前記の理論を適用し，実証的に考察した。

まず第3節では都市圏における人口分布と交通施設との関係を分析対象とした。分析の結果，都市圏の人口は摩擦費用あたりのエントロピーを最大にするように分布することを示した。摩擦費用は通勤時間と地代とによって表わされるから，交通施設の整備によって人口分布を誘導することが可能であり，交通施設の整備を都市圏計画の手段として用いることができる。

第4節では都市圏の市街化過程と広域的な交通施設との関係を分析対象とした。第2節の選好関数に該当するものとして，市街化にとっての適地度関数を定義し，適地度の大きい土地程，市街化に選好されるという行動仮説を設けた。また選択ルールとしては適地度の大きい土地から順次市街化されていくという確率ルールを仮定した。そして，この選択ルールによる市街化過程を定式化し，交通施設の整備，ゾーン面積の造成，市街地需要の増加などによる市街化過程の予測モデルを提案した。

第5節では都市圏における土地利用の分布を分析対象とした。まずすべてのゾーンを，土地利用パターンによって8種類のグループに分け，これらのグループ間を最もよく判別できる合成変量を，各ゾーンの特性の関数として推定した。推定結果によると，合成変量は，住宅，商業，工業それぞれにとっての適地度と反比例す

るものであることが明らかになった。また任意のゾーンが8つのグループに属するそれぞれの確率が合成変量の関数として表わせた。したがって少なくとも，対象都市圏において今後交通施設等が整備された場合，各ゾーンの土地利用にとっての適性を予測することができる。

第6節では，住宅選択モデルについて実証的に考察した。まず住宅の所有形態によって世帯属性を判別し，有意な結果を得た。そこでこの分析結果は，所有形態の需要予測を行うために重要な手がかりになると思われる。また住宅政策は所有形態によって内容を変える必要があるから，この分析結果は住宅政策を合理化するために基礎的な知識を与えると思われる。つぎに民営借家住宅に範囲を限定して住宅選択モデルを提案した。第2節の適好関数に該当するものとして住宅の効用関数を仮定し，さらに第2節の確実性ルールに基づいて，この効用関数を推定する方法を述べ，これを実証した。

第2節の現象モデルに対する基礎的な理論を検証するためには，さらに多くの現象について実証的研究を積み重ねる必要があるし，また本章で実証的に研究した現象についても，他の多くの都市で実証し，また時系列分析を追加しなくてはならない。したがって本章の結論として，第2章の理論の正しさや，第3節，第4節，第5節，第6節の実証結果の客観性について，ここで断定することはできないが，しかし少なくともここにとり上げた現象に対して，第2節で述べた現象解析の方法を適用し，現象モデルを定式化することは可能であるといえる。また最初に仮説を明示し，その仮説からモデルを開発していくという方法は，モデル展開に科学的積み重ねを導入できるという利点をもっていると考えられる。したがって，本章の現象モデルの理論によってさらに多くの現象について研究を重ねることにより，都市施設計画システムの中の現象システムを体系化することが可能となるであろう。

第5章　都市施設の計画モデルに関する考察

第1節　緒　　言

都市施設の計画システムを構成する主要なサブシステムは，これまでに述べてきたように評価システムと現象システムであると思われる。第3章と第4章において，これらのサブシステムに関して基礎的に考察したが，都市施設に関連する分野はさらに広く，実証しなければならない分野が多く残っている。このため，現実の都市施設計画に適用できる計画システムをここで提案することは困難である。しかし，評価システムと現象システムとを計画システムの中でどのように位置づけるかについて，本論の考えを明らかにしておくことは重要であると思われる。そこで本章では，これら2つのサブシステムを用いた計画システムについて考察し，サブシステムの位置づけを明らかにする。

計画システムの概念図として図5·1·1 に示すものが考えられる。まず計画シス

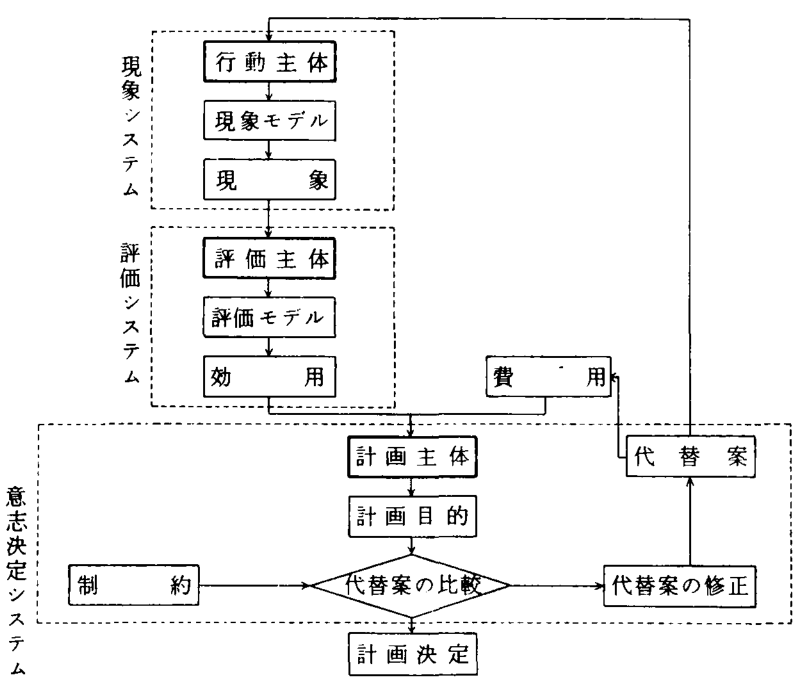


図5·1·1　計画システムの概念図

テムの中には，計画主体と行動主体と評価主体の3者が存在する。計画主体とは代替案を提示し，最適な代替案を選択する主体であり，行動主体とは都市で活動し，結果的に都市に起こる現象に作用する主体であり，また評価主体とは都市に住み，都市内の現象を各自の判断で評価する主体である。

まず計画主体（たとえば地方自治体）が代替案を提案する。この代替案に対して，都市住民などの評価主体の反応は評価モデルによって推測され，各施設別の評価主体の意識状態を効用行列として把握し得る。一方，代替案は都市に新たな刺激を与えることになるので，世帯や企業などの都市内の行動主体の行動が変化して，新たな現象が生じる。たとえば，それは人口分布，市街化率，土地利用，交通量などの変化として現われる。もちろん，これらの新しい現象は，代替案が建設された後，ある一定の時間を経て現われる。そして，計画主体はこれら評価主体の反応と新たに予測される現象とを総合的に判断し，予算制約を考慮して，より望ましい代替案を探策していく。したがって，計画システムを完成するためには計画主体の総合的な評価基準を表わす計画目的を明示しなくてはならない。しかしすでに第3章第2節で述べたように，計画目的は地方自治体などの計画主体が都市住民などの意見や評価を考慮して政策的に設けるものであり，この計画目的に関して客観的に分析することは困難である。そこで本章では計画目的を仮定して，その目的に応じた計画モデルを提案する。まず第2節では，第3章で分析した評価モデルを応用して，生活環境施設を対象とした計画モデルを提案し，第3節でそのモデルの解法について考察する。さらに第4節では，第4章で分析した現象モデルを応用して，市街化過程を対象とした計画モデルを提案する。

第2節　生活環境施設の配置計画[74)]

(1)　概　　説

第3章第4節で生活環境に対する住民の評価モデルについて考察したが，まだ評価モデルはすべての要因について実証されていないし，また計画モデルとしてはコストに関する分析が行なわれていない。そこで，本節ではこの評価モデルの位置づけに重点を置いて計画モデルを提案することにする。

生活意識をとらえて，都市施設の配置計画を行なおうとする試みは，今までもすでに幾度かなされている。それらは，何らかの形で効用関数を設定して生活効用を最大にする形での計画手法を採用している。生活意識を分析する方法は，種々の都市施設が生む生活効用相互間の異質性を人間意識という同レベルの上に投影し，同じ軸上でその質を推定しようというねらいを含蓄している。しかし，生活効用という抽象的な概念をいかに把握するか，また効用という質的な概念をいかなる量でもって表わすかということこの種のapproach法の問題点が潜んでいるように思える。また新たな都市施設の建設は，都市に新たな現象を招くことも十分考えられる。こういった現象システムを考慮した上で計画されなくてはならない。

本節で提案する計画モデルは，いまのところ現象システムを有効に構成するところまでに達しておらず，評価モデルだけを用いたものである。

ここで考えている問題をまとめるとつぎのようになる。まず都市は，N個の地区に分割されており，i地区にはm_i人の住民が住んでいるとする。また，都市住民が満足するか否かに重要と思われるR個の生活環境施設があり，i地区には施設jが現在，人口1人当りx_{ij}単位配置されているとする（$i=1,2,\cdots\cdots,N$；$j=1,2,\cdots\cdots,R$）。今，生活環境施設を整備するために全地区，全施設の合計として予算K_0があるとする。このとき，都市住民の満足感を高めることを目的と仮定し，施設整備量Δx_{ij}，（$i=1,2\cdots\cdots,N;j=1,2\cdots\cdots,R$）の最適解を求めよ。

(2) 施設に対する住民の満足感

施設j（$j=1,2,\cdots\cdots,R$）に対する住民の満足感が$k=1,2,\cdots\cdots,h$個に順序づけられているとする。たとえば$h=5$とすると，1）非常に満足，2）満足，3）普通，4）不満，5）非常に不満，の5つのカテゴリーによって表わされる。地区iの施設jは整備後には$x_{ij}+\Delta x_{ij}$単位になる。そして，式（3・2・28）より満足感がカテゴリーkよりも優位な状態になる超過確率$F_k(x_{ij}+\Delta x_{ij})$は，次式によって表わされる。

$$F_k(x_{ij}+\Delta x_{ij})=1-exp\left[-\frac{\{(x_{ij}+\Delta x_{ij})-\gamma_{kj}\}^{\beta_{kj}}}{\lambda_{kj}}\right],\quad (k=1,2,\cdots,h) \tag{5・2・1}$$

さらに，施設jに対するi地区の住民の満足感がkカテゴリーに該当する確率$\pi_i(jk)$は，式（3・2・30）より

$$\begin{cases} \pi_i(j1)=F_1(x_{ij}+\Delta x_{ij}) \\ \pi_i(jk)=F_k(x_{ij}+\Delta x_{ij})-F_{k-1}(x_{ij}+\Delta x_{ij})\ (1<k<h) \\ \pi_i(jh)=1-F_{h-1}(x_{ij}+\Delta x_{ij}) \end{cases} \qquad (5\cdot2\cdot2)$$

と表わされ，当然

$$\sum_{k=1}^{h} \pi_i(jk)=1 \qquad (5\cdot2\cdot3)$$

となる。ゆえにi地区の住民の施設jに対する満足感はその地区の施設量$x_{ij}+\Delta x_{ij}$に対して確率的に表現できることになる。

(3) 施設全体に対する満足感

地区iの住民の施設jに対する満足感がkカテゴリーに該当する確率が$\pi_i(jk)$であるとき，その地区の住民のR個の施設全体に対する序数的評価値の期待値$\overline{v}_i$は，式（3・2・9）より

$$\overline{v}_i=\sum_{j=1}^{R}\sum_{k=1}^{h}\pi_i(jk)X_{jk}, \qquad (i=1, 2, \cdots\cdots, N) \qquad (5\cdot2\cdot4)$$

となり，さらにR個の施設全体に対する満足感を満足と不満の2分法に分け，地区iの住民が満足する確率をP_iとすると式（3・2・14）より，次式によって表わされる。

$$P_i=\int_{-\infty}^{\frac{\overline{v}_i+x_0}{\sigma}}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\ exp\left[-\frac{t^2}{2}\right]dt, \ (i=1, 2, \cdots\cdots, N) \qquad (5\cdot2\cdot5)$$

したがって，地区iの住民m_i人のうち，満足している住民数は，m_iP_iとなるから，都市全体で満足している住民数の期待値Yは，次式のようになる。

$$Y=\sum_{i=1}^{N} m_iP_i \qquad (5\cdot2\cdot6)$$

したがって，YをMaxにすることを目的と考えればよい。

(4) 施設整備コスト

地区iに施設jを人口1人あたりΔx_{ij}単位だけ建設するときの人口1人あた

りの建設費をK_{ij}とする。K_{ij}はΔx_{ij}を建設する費用と土地代とからなる。建設費用は，各施設固有の値であり，施設jの単価をa_iとすると，$a_j \Delta x_{ij}$で与えられる。また土地代は各地区固有の値であり，施設jを1単位建設するのに必要な面積をb_iとし，地区iにおける土地単価をc_iとすると，土地代として$c_i b_j \Delta x_{ij}$が必要になる。したがって，K_{ij}は次式のようになる。

$$K_{ij} = a_j \Delta x_{ij} + c_i b_j \Delta x_{ij} = (a_j + c_i b_j)\Delta x_{ij}$$

$$(i = 1, 2, \cdots\cdots N;\ j = 1, 2, \cdots\cdots, R) \qquad (5\cdot2\cdot7)$$

よって，地区iの整備コスト$K_{i\cdot}$，施設jの整備コスト$K_{\cdot j}$および全体のコストKは，次式のようになる。

$$\begin{cases} K_{i\cdot} = \sum_{j=1}^{R} K_{ij}\cdot m_i \\ K_{\cdot j} = \sum_{i=1}^{N} K_{ij}\cdot m_i \\ K = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{R} K_{ij}\cdot m_i \end{cases} \qquad (5\cdot2\cdot8)$$

ここで，予算をK_oとすると，予算の制約条件は次式で表わせる。

$$K \leqq K_o \qquad (5\cdot2\cdot9)$$

(5) 住民の不満足に対する制約条件

不満足に対する制約条件には種々な型が考えられるが，そのうち代表的なものを列挙する。まず生活環境施設全体に対する住民の満足感はすべての地区であるレベル以下であってはならないと考えると，地区iの住民の満足する確率はP_iであるから，満足しない確率は$1-P_i$である。これに対して不満足の最低基準p_oを設けると，次式のような関係にならなければならない。

$$1 - P_i \leq p_o \quad (i = 1, 2, \cdots\cdots, N) \qquad (5\cdot2\cdot10)$$

一方，地区iの満足率の期待値P_iは，式（5･2･5）で与えられるから，制約式は変形されて次式となる。

$$1 - \int_{-\infty}^{\frac{\bar{v}_i + X_o}{\sigma}} \phi(t)\,dt \leq p_o \qquad (5\cdot2\cdot11)$$

したがって，図5･2･1より，p_oに対応する序数的評価値の下限v_oがあって，

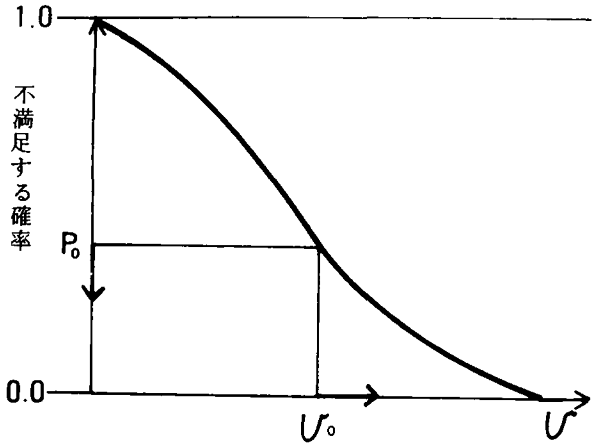


図 5・2・1　不満足に対する制約

$$\bar{v}_i \geq v_o, \quad (i = 1, 2, \cdots\cdots, N) \qquad (5\cdot2\cdot12)$$

でなければならない。さらに，地区 i の序数的評価値の期待値 $\bar{v}_i$ は式(5・2・4)で与えられるから，式（5・2・4）に式（5・2・2）を代入すると，

$$\bar{v}_i = \sum_{j=1}^{R} \left[F_1(x_{ij}+\Delta x_{ij})\, x_{j1} + \sum_{k=2}^{h-1} \{F_k(x_{ij}+\Delta x_{ij}) - F_{k-1}(x_{ij}+\Delta x_{ij})\} x_{jk} + (1-F_{h-1}(x_{ij}+\Delta x_{ij})\, x_{jh} \right]$$

さらに，この式に式（5・2・1）を代入すると，

$$\bar{v}_i = \sum_{j=1}^{R} \left[X_{j1} - \sum_{k=1}^{h-1} (X_{jk}-X_{jk+1}) \cdot exp\left\{ - \frac{(x_{ij}+\Delta x_{ij}-\gamma_{kj})^{\beta_{kj}}}{\lambda_{kj}} \right\} \right] \qquad (5\cdot2\cdot13)$$

したがって，式（5・2・12）の制約は，Δx_{ij}，（$i = 1, 2, \cdots\cdots, N$；$j = 1, 2, \cdots\cdots, R$）に対する制約として

$$\sum_{j=1}^{R} \left[X_{j1} - \sum_{k=1}^{h-1} (X_{jk}-X_{jk+1}) \cdot exp\left\{ - \frac{(x_{ij}+\Delta x_{ij}-\gamma_{kj})^{\beta_{kj}}}{\lambda_{kj}} \right\} \right] \geq v_o$$

$$(i = 1, 2, \cdots\cdots, N) \qquad (5\cdot2\cdot14)$$

式（5・2・14）に変形される。また，このような生活環境施設全体に対する満足感の制約だけでなく，個々の施設に対する満足感の制約も必要と思われる。ある施設 j に対する満足感は，式（5・2・2）の $\pi_i(j, k)$，($j=1, 2, \cdots, R$；$k=1, 2, \cdots, h$)

で与えられる。このうち$\pi_i(j1)$と$\pi_i(jh)$を図示すると，図5・2・2 のように

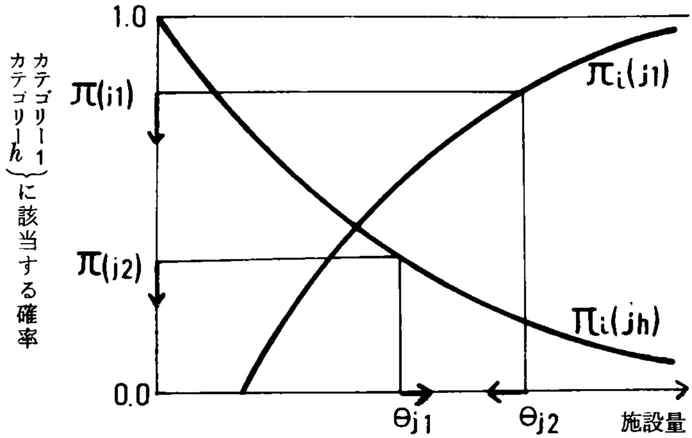


図5・2・2　施設jに対する制約

なる。$\pi_i(j1)$は，地区iにおいて施設jに対する満足感が最良のカテゴリー（たとえば非常に良い）に該当する確率であり，$\pi_i(jh)$は，それが最悪のカテゴリー（たとえば非常に悪い）に該当する確率であるから，式（5・2・2）より$\pi_i(j1)$は，施設量に対して単調増加し，$\pi_i(jh)$は，単調減少する。すべての地区において，$\pi_i(jh)$はある確率$\pi(j1)$ 以下であることが望ましいから，図5・2・2より施設jは，θ_{j1}以上である必要がある。また$\pi_i(j1)$は，1に漸近する程望ましいが，式（5・2・2）の仮定によって，$\pi_i(j_1)=1$となるためには，施設量が無限大必要である。これは，式（5・2・1）を操作する便宜上，連続関数であることを仮定したことによるものであるが，現実にはある確率$\pi(j2)$ 以上では$\pi_i(j1)\fallingdotseq 1$とみなしてさしつかえないと思われるから，図5・2・2より施設量はθ_{i2}を越える必要はない。結局，各施設に対して次式の制約が考えられる。

$$\theta_{j1} \leq x_{ij} + \Delta x_{ij} \leq \theta_{j2} \qquad (j=1,2,\cdots\cdots,R\,;\ i=1,2,\cdots\cdots,N) \tag{5・2・15}$$

ここで，現在すでに施設整備が進んでいる地区では，$\theta_{j1}\leq x_{ij}$あるいは$\theta_{j2}\leq x_{ij}$となる場合があり得るが，前者の場合には$0\leq\Delta x_{ij}\quad\theta_{j2}-x_{ij}$，後者の場合には$\Delta x_{ij}=0$と変形して，一般性を失わない。

(6)　外生変数と構造パラメータ

この計画モデルの外生変数は，地区別の人口m_i，（$i=1,2,\cdots\cdots,N$）　地区別，

施設別の現在の施設整備の状態 x_{ij} ，($i=1,2,\cdots\cdots,N$; $j=1,2,\cdots\cdots,R$)，予算 K_o ，および制約式を決定する基準として p_o あるいは v_o , $\pi(j1)$, $\pi(j2)$, ($j=1,2,\cdots\cdots,R$) あるいは θ_{j1} , θ_{j2} である。さらに構造式に用いられているパラメーターは，すべて先決されていなければならない。これらを列挙すると下記のようになる。

式（5・2・1）において； λ_{kj} , γ_{kj} , β_{kj} , ($k=1,2,\cdots\cdots,h$; $j=1,2,\cdots\cdots,R$)

式（5・2・4）において； X_{jk} , ($j=1,2,\cdots\cdots,R$; $k=1,2,\cdots\cdots,h$)

式（5・2・5）において； σ , X_o

式（5・2・7）において； a_j , c_i , b_j , ($i=1,2,\cdots\cdots,N$; $j=1,2,\cdots\cdots,R$)

(7) 計画モデル

以上の展開をモデルとしてまとめると，

目的関数　$Y=\sum_i m_i P_i \longrightarrow Max$　（5・2・16）

制約条件　$\bar{v}_i \geq v_o$, ($i=1,2,\cdots\cdots,N$)　（5・2・17）

$\theta_{j1} \leq x_{ij}+\Delta x_{ij} \leq \theta_{j2}$, ($i=1,2,\cdots\cdots,N$; $j=1,2,\cdots\cdots R$)　（5・2・18）

$K \leq K_o$　（5・2・19）

$\Delta x_{ij} \geq 0$, ($i=1,2,\cdots\cdots,N$; $j=1,2,\cdots\cdots,R$)　（5・2・20）

末知数　Δx_{ij} , ($i=1,2,\cdots\cdots,N$; $j=1,2,\cdots\cdots,R$)

構造方程式　式（5・2・1），式（5・2・2），式（5・2・3），式（5・2・4），式（5・2・5），式（5・2・7），式（5・2・8）

さてつぎにこの計画モデルの解法について考察する。

第３節　生活環境施設の配置計画モデルの解法

目的関数，制約条件式はいずれも Δx_{ij} の非線形関数であるから，これは非線形計画法の問題となる。非線形計画法の一般的解法は，いまだに得られていないが，この計画モデルは次のような方法で解くことができる。

目的関数は，次式のように表わされる。

$$Y = m_1P_1 + m_2P_2 \cdots\cdots + m_NP_N$$

そして，ある地区 i の P_i の変化は，他の地区 $P_{i'}$ ($i \neq i'$) に対して独立である。したがって，予算 K_0 を各地区に $K_{i\cdot}$ ($i = 1, 2, \cdots\cdots, N$) ずつ配分したとき，それぞれの地区内では，この $K_{i\cdot}$ を各施設に対して，P_i を Max にするように K_{ij}，($j = 1, 2, \cdots\cdots, R$) ずつ配分すればよい。したがって，解法としては，地区 i ($i = 1, 2, \cdots\cdots, N$) において，地区予算 $K_{i\cdot}$ を地区内の施設 j ($j = 1, 2, \cdots\cdots, R$) に最適配分する段階と予算 K_0 を各地区に最適配分する段階とからなる。

(1) 地区 i 内の配分過程[75)]

まず任意の地区 i に予算 $K_{i\cdot}$ があって，これを地区内の施設に配分することを考える。この場合の目的関数は，m_iP_i を Max にすることであるが，m_i は外生変数であるから P_i を最大にすればよい。さらに P_i は，式 (5・2・5) より明らかに $\overline{v}_i$ の単調増加関数であるから，P_i の最大は $\overline{v}_i$ の最大と同義である。制約条件は前と同じであるから，結局次のように定式化される。

$$\overline{v}_i \longrightarrow Max \qquad (5\cdot3\cdot1)$$

制約条件式

$$\overline{v}_i > v_0 \qquad (5\cdot3\cdot2)$$

$$\theta_{j1} \leq x_{ij} + \Delta x_{ij} \leq \theta_{j2}, \quad (j = 1, 2, \cdots\cdots, R) \qquad (5\cdot3\cdot3)$$

$$\sum_{j=1}^{R} K_{ij} \leq K_{i\cdot} \qquad (5\cdot3\cdot4)$$

$$\Delta x_{ij} \geq 0 \quad (j = 1, 2, \cdots\cdots, R) \qquad (5\cdot3\cdot5)$$

制約条件式 (5・3・3) は次のように変形される。

$$\theta_{j1} - x_{ij} \leq \Delta x_{ij} \leq \theta_{j2} - x_{ij}, \quad (j = 1, 2, \cdots\cdots, R) \qquad (5\cdot3\cdot6)$$

さらに新たな変数 Z_{ij} を式 (5・3・7) によって定義すると，この制約式は，式 (5・3・8) の制約条件式となる。

$$Z_{ij} = \Delta x_{ij} - (\theta_{j1} - x_{ij}), \quad (j = 1, 2, \cdots\cdots, R) \qquad (5\cdot3\cdot7)$$

$$O \leq Z_{ij} \leq \theta_{j2} - \theta_{j1}, \quad (j = 1, 2, \cdots\cdots, R) \qquad (5\cdot3\cdot8)$$

また式 (5・3・4) の制約条件式に式 (5・2・7) を代入すると，

$$\sum_{j=1}^{R} (a_j + c_ib_j)\Delta x_{ij} \leq K_{i\cdot}, \qquad (5\cdot3\cdot9)$$

ここで，$a_j + c_i b_j = d_{ij}$，（$i = 1, 2, \cdots\cdots, N$；$j = 1, 2, \cdots\cdots, R$）とおき，式（5・3・7）の関係を考慮すると，次式のようになる。

$$\sum_{j=1}^{R} d_{ij} \ (Z_{ij} + \theta_{j1} - x_{ij}) \leq K_{i.}$$

$$\therefore \sum_{j=1}^{R} d_{ij} \cdot Z_{ij} \leq K_{i.} - \sum_{j=1}^{R} d_{ij} \ (\theta_{j1} - x_{ij}) \qquad (5\cdot3\cdot10)$$

さらにここで，$K_{i.} - \sum_{j=1}^{R} d_{ij} \ (\theta_{j1} - x_{ij}) = \varDelta K_{i.}$ とおくと，

$$\sum_{j=1}^{R} d_{ij} \cdot Z_{ij} \leq \varDelta K_{i.} \qquad (5\cdot3\cdot11)$$

定義より，$\varDelta K_{i.}$ は予算 $K_{i.}$ から式（5・3・6）の $\theta_{j1} - x_{ij} \leq \varDelta x_{ij}$ を満足するための最少限の額を差し引いた残額である。

一方，Z_{ij} が，式（5・3・8）を満たす必要があるから，地区 i の予算は，次式を満たさなければならない。

$$\sum_{j=1}^{R} d_{ij} \ (\theta_{j1} - x_{ij}) \leq K_{i.} \leq \sum_{j=1}^{R} d_{ij} \ (\theta_{j2} - x_{ij}) \qquad (5\cdot3\cdot12)$$

地区 i に対する予算 $K_{i.}$ は，この段階では外生変数であるが，この外生変数が式（5・3・12）を満足していない場合には，この地区での実行可能解は存在しないことになる。そこでここでは $K_{i.}$ が式（5・3・12）を満足する場合についてのみ展開する。まず $\bar{v}_i$ は式（5・2・13）によって与えられるが，この式の中で，$\sum_{j=1}^{R} X_{j1} = const.$ であるから，新たに $R(\varDelta \boldsymbol{x}_{ij})$ を式（5・3・13）で定義すると，$\bar{v}_i$ の最大は $R(\varDelta \boldsymbol{x}_{ij})$ の最大と同義である。

$$R(\varDelta \boldsymbol{x}_{i1}, \varDelta \boldsymbol{x}_{i2}, \cdots\cdots, \varDelta \boldsymbol{x}_{iR}) = \sum_{j=1}^{R} \sum_{k=1}^{h-1} (X_{jk+1} - X_{jk}) \cdot exp \left[- \frac{(x_{ij} + \varDelta \boldsymbol{x}_{ij} - \gamma_{kj})^{\beta_{kj}}}{\lambda_{kj}} \right] \qquad (5\cdot3\cdot13)$$

さらに式（5・3・13）に式（5・3・7）を代入すると，$R(\varDelta \boldsymbol{x}_{ij})$ は，Z_{ij} の関数となり，次式で表わせる。

$$R(Z_{i1}, Z_{i2}, \cdots\cdots, Z_{iR}) = \sum_{j=1}^{R} \sum_{k=1}^{h-1} (X_{jk+1} - X_{jk})$$

$$exp\left[-\frac{(Z_{ij}+\theta_{j1}-\gamma_{kj})^{\beta_{kj}}}{\lambda_{kj}}\right] \qquad (5\cdot3\cdot14)$$

ここで，$g(Z_{ij}) = \sum_{k=1}^{h-1} (X_{jk+1} - X_{jk}) \quad exp\left[-\frac{(Z_{ij}+\theta_{j1}-\gamma_{kj})^{\beta_{kj}}}{\lambda_{kj}}\right]$

$$(5\cdot3\cdot15)$$

とおくと，結局目的関数は，式（5·3·16）となる。

$$R(Z_{i1}, Z_{i2}, \cdots\cdots, Z_{iR}) = g(Z_{i1}) + g(Z_{i2}) + \cdots\cdots + g(Z_{iR})$$

$$(5\cdot3\cdot16)$$

なお，一般に $X_{jk+1} \leq X_{jk}$ であるから $g(Z_{ij})$ は，Z_{ij} の増加の関数にある。

こうして，地区 i 内の配分問題を変数Z_{ij}を用いて表わせば，計画モデルは次のようにまとめられる。

$$R(Z_{i1}, Z_{i2}, \cdots\cdots, Z_{iR}) = \sum_{j=1}^{R} g(Z_{ij}) \longrightarrow Max.$$

制約条件式；

$$\begin{cases} O \leq Z_{ij} \leq \theta_{j2} - \theta_{j1}, \quad (j=1, 2, \cdots\cdots, R) \\ \sum_{j=1}^{R} d_{ij} \cdot Z_{ij} \leq \Delta K_i. \end{cases}$$

ただし，式（5·3·2）の制約は，この段階でまだ考慮されていない。

これは，簡単な一次元の配分過程であるが．これを以下簡単に述べておく。まず任意の1つの施設 j にだけ配分するとすれば，$g(Z_{ij})$ はZ_{ij}の増加関数であるから，Z_{ij} を大きくする程$g(Z_{ij})$を最大化することができる。一方，Z_{ij}は，式（5·3·8）と式（5·3·11）の制約を受けているから，Z_{ij} の最大値$Max\cdot Z_{ij}$は式（5·3·17）によって与えられる。

$$Max\cdot Z_{ij} = Min.\left[\theta_{j2} - \theta_{j1}, \text{ or, } \frac{\Delta K_i.}{d_{ij}}\right] \qquad (5\cdot3\cdot17)$$

そして，唯一つの施設にK_i. を配分した場合に$R(Z_{ij})$を最大化できる施設Jは式（5·3·18）によって与えられる。

$$g\,(Max\cdot Z_{iJ}) = \underset{J}{Max}\,[\,g\,(Max\cdot Z_{i1}),\ g\,(Max\cdot Z_{i2}),\ \cdots\cdots,\ g\,(Max\cdot Z_{iR})\,] \qquad (5\cdot3\cdot18)$$

この最大値を与える施設Jについて式(5・3・17)が.

$$\theta_{J2}-\theta_{J1} \geq \frac{\Delta K_i}{d_{iJ}}$$

である場合には，地区iの予算残額$\Delta K_{i.}$は，施設Jにすべて配分されたことになり，これで配分過程は完了する。また，$\theta_{J2}-\theta_{J1} < \dfrac{\Delta K_i}{d_{iJ}}$ である場合には施設Jへの予算配分は$d_{iJ}(\theta_{J2}-\theta_{J1})$であり，予算はまだ $\Delta K_i - d_{iJ}(\theta_{J2}-\theta_{J1}) > 0$ 残っていることになる。したがってもう一度$\Delta K_{i.} = \Delta K_{i.} - d_{ij}(\theta_{J2}-\theta_{J1})$とおいて施設$J$以外の施設に対して$\Delta K_{i.}$の配分を同様に行う。そして，すべての施設について $Z_{ij} = \theta_{j2}-\theta_{j1}$となるか．あるいは $\Delta K_{i.} = 0$ となるまでこの過程を繰り返す。この結果として解ベクトル $\overset{*}{\boldsymbol{Z}}_i = (Z_{i1}^*,\ Z_{i2}^*,\ \cdots\cdots,\ Z_{iR}^*)$が得られたとすると，最大化された目的関数は式(5・3・14)にこの$\boldsymbol{Z}_i^*$を代入して得られ，さらに地区iの序数的評価値は，次式で得られる。

$$Max.\,\overline{v}_i = \sum_{j=1}^{R} X_{j1} + R\,(\boldsymbol{Z}_i^*) \qquad (5\cdot3\cdot19)$$

ここで，今まで残しておいた制約条件式(5・3・2)を考慮することができる。もし，$Max.\,\overline{v}_i > v_o$であれば問題はないが，$Max.\,\overline{v}_i \leq v_o$である場合，地区$i$の予算$K_{i.}$では，この制約を満足できないことを意味している。以上の配分過程を図5・3・1に示す。

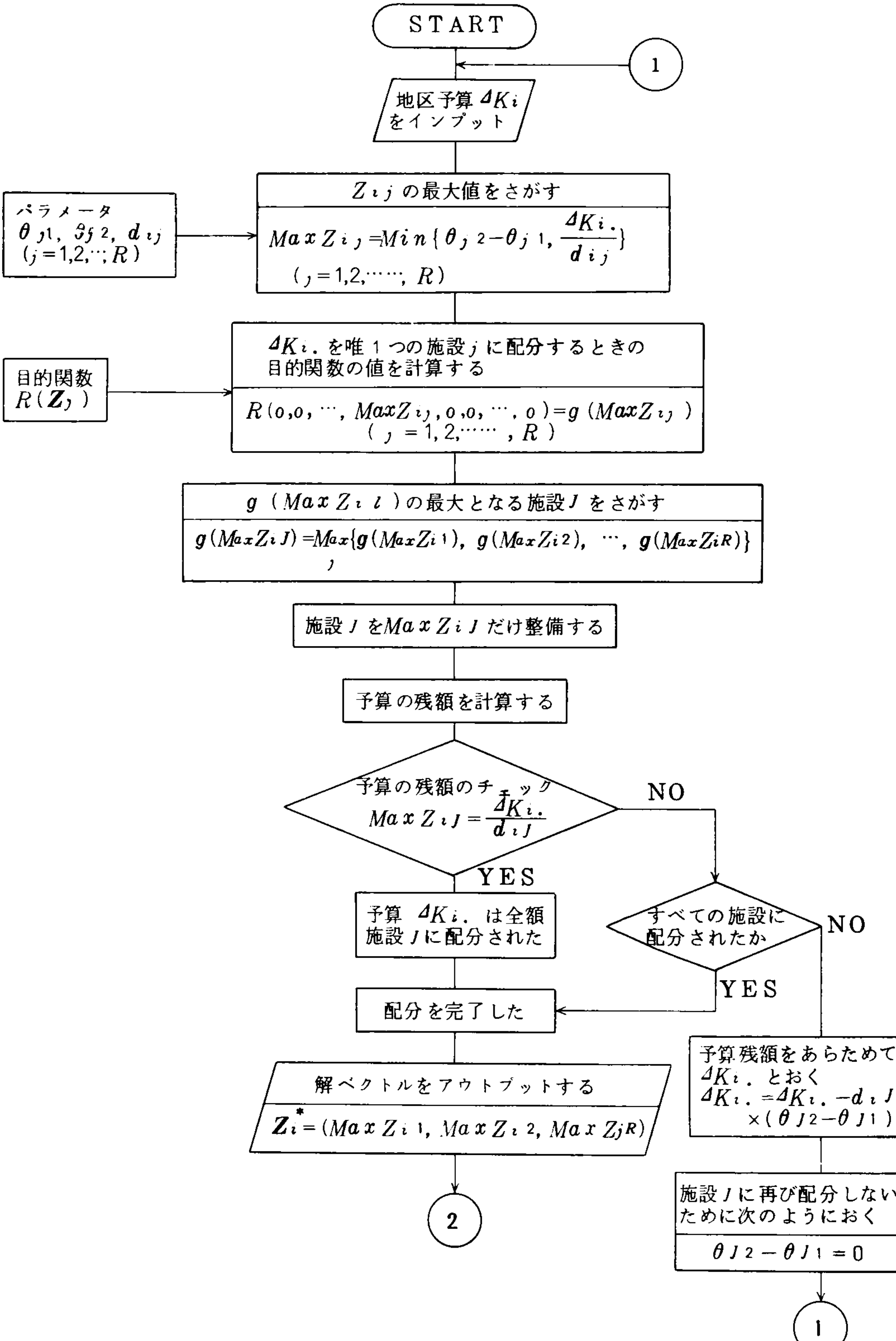


図 5・3・1　配分過程(1)（その１）

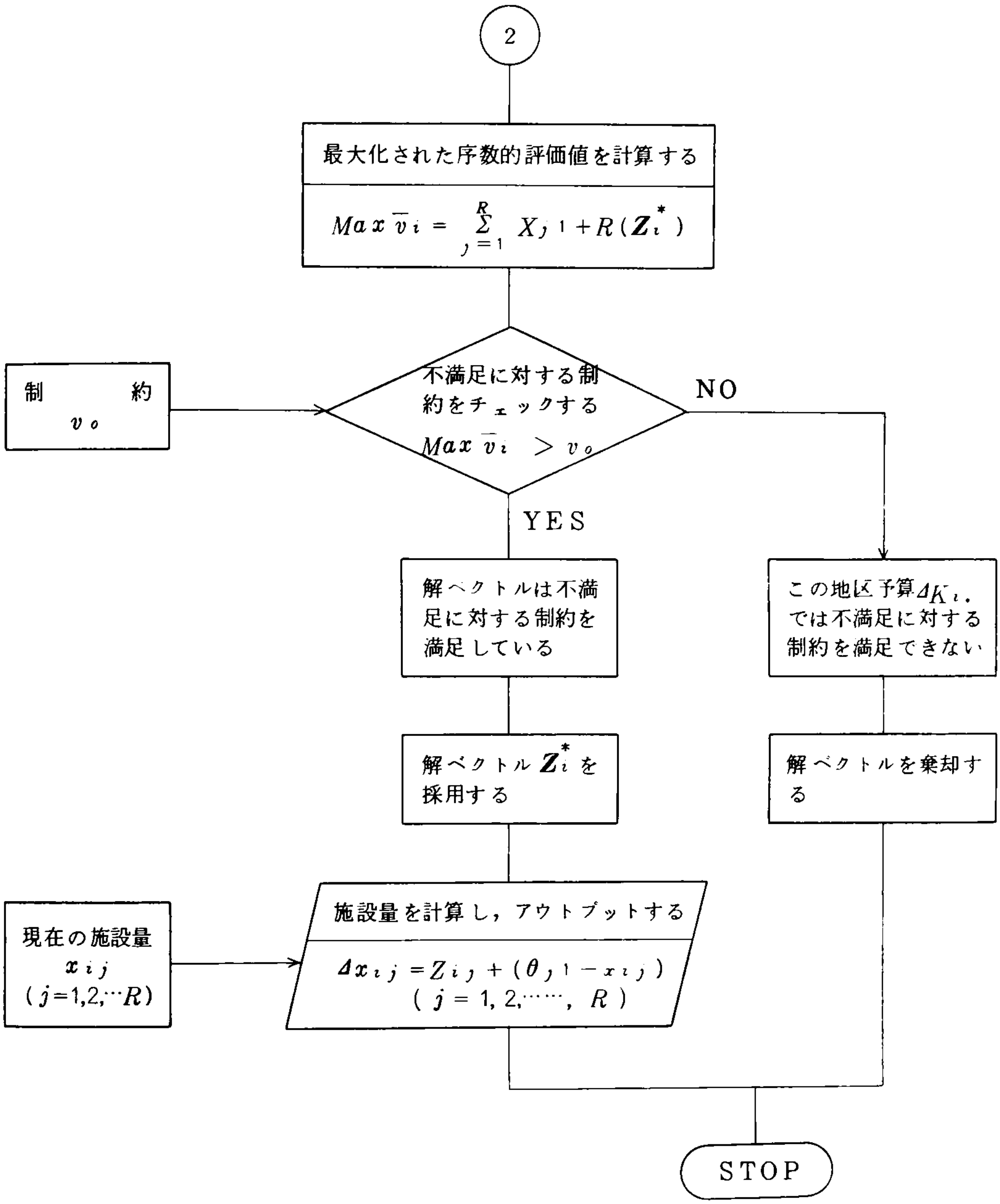


図 5・3・1（その２）

(2) 予算K_iの地区への配分過程[76)]

先の配分過程では，地区iの予算$K_{i.}$を与件とみなして地区内での施設への最適配分の方法を明らかにした。$K_{i.}$はもちろん未知数であるが，$K_{i.}$を変化させて，それぞれの値に対する解ベクトル$\boldsymbol{Z}_i^*$を求めておけば，この結果を利用し

て K_o を各地区に最適配分することができる。その方法をここで述べることにする。

まず $K_i.$ は，式（5･2･8）の制約を受けるから，次式が成立しなければならない。

$$\sum_{i=1}^{N} K_i.\, m_i \leq K_o \qquad (5\cdot3\cdot20)$$

したがって，地区 i に全額配分するとみなせば，$K_i. \leq K_o/_{m_i}$ であるから，すべての地区のうち，$K_i.$ の最大値は，次式に定まる。

$$Max K_i. = Max \left[\frac{K_o}{m_1}, \frac{K_o}{m_2}, \cdots\cdots, \frac{K_o}{m_N} \right] \qquad (5\cdot3\cdot21)$$

よって，$K_i.$ の変動範囲は，式（5･3･22）となる。

$$0 \leq K_i. \leq Max\ K_i. \qquad (5\cdot3\cdot22)$$

そこで，式（5･3･22）の範囲内で $K_i.$ を L 個に分けて，$0 < K_1 < K_2 < \cdots\cdots < K_{L-1} < K_L = Max K_i.$ としておく。そしてすべての K_l；（$l = 1, 2, \cdots\cdots, L$）について，これを各地区の予算とみなして先の配分過程を解いておく。ただし，配分過程が実行可能な解を持つためには，式（5･3･12）の制約があるから，地区 i については，式（5･3･12）と式（5･3･22）の共通範囲についてのみ解けばよい。さらに得られた解のうち，$Max\ \bar{v}_i \leq v_o$ となる場合は実行可能解から除いておく。結局，L 個の予算案についてすべての地区で図 5･3･2 に示す斜線部を除いた（K_{li}）の組み合わせの解ベクトルが得られる。今，予算案 K_l, 地区 i の解ベクトルを $\boldsymbol{Z}_{il}^{*}$ とすると，式（5･3･23）が成立する。

$$Max\ \bar{v}_{il} = \sum_{j=1}^{R} X_{j1} + R(\boldsymbol{Z}_{il}^{*}) \qquad (5\cdot3\cdot23)$$

さらに，これを式（5･2･5）に代入して，次式を得る。

$$P_{il} = \int_{-\infty}^{\frac{Max\ \dot{v}_{il} + X_o}{\sigma}} \phi(t)\, dt \qquad (5\cdot3\cdot24)$$

こうして，地区 i において予算案 K_l 内で最大化された P_{il} が図 5･3･2 の斜線部以外の組み合わせについて得られる。先述の計画モデルのうち(1)の配分過程によって，式（5･2･16），式（5･2･17），式（5･2･19）の制約条件式は満たさ

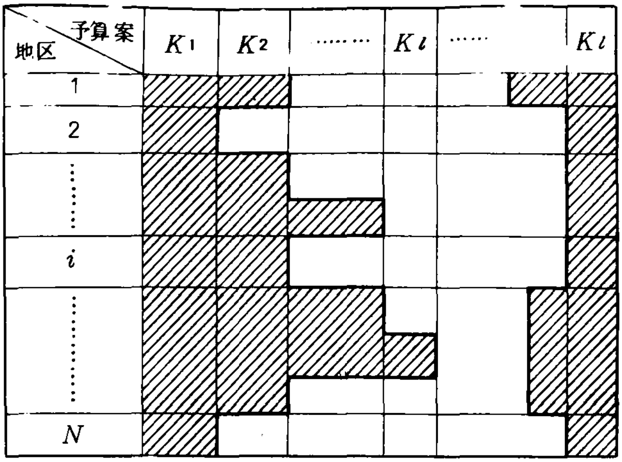


図 5・3・2　制約条件による地区別予算案の範囲

れているので，残る制約は式（5・3・20）の下で式（5・2・15）を最大化すればよい。ここで，新たな変数 e_{il},（$i=1,2,\cdots\cdots, N$; $l=1,2,\cdots\cdots L$）を導入し，式（5・3・25）で定義する。すなわち，e_{il}は地区 i に予算K_l を割り当てるとき 1,，そうでないとき 0 となる。

$$e_{il}=\begin{cases}1\\0\end{cases} \qquad (5\cdot3\cdot25)$$

さらに，図 5・3・2 の斜線部分について，$P_{il}=-\infty$ と便宜上置くことにすると式（5・2・15）の目的関数は，次式のようになる。

$$Y=\sum_{i=1}^{N}\sum_{l=1}^{L} m_i P_{il} e_{il} \longrightarrow \underset{(e_{il})}{Max} \qquad (5\cdot3\cdot26)$$

また式（5・3・20）の制約条件式は，次式のように定義されることになる。

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{l=1}^{L} m_i K_l e_{il} \leq K_o \qquad (5\cdot3\cdot27)$$

また，各地区には，たかだか 1 つの予算案しか割り当てられないから次式がいえる。

$$\sum_{l=1}^{L} e_{il} \leq 1, \quad (i=1,2,\cdots\cdots, N) \qquad (5\cdot3\cdot28)$$

また式（5・3・25）より

$$e_{il} \geq 0, \quad (i=1,2,\cdots\cdots, N ; j=1,2,\cdots\cdots, R) \qquad (5\cdot3\cdot29)$$

となり，結局，未知数〔e_{il}〕を LP 手法によって求めることができる。LP 手法については専門書にその解説は譲ることにする。そして，$e_{il}^{*}=1$,（$i=1,2,\cdots\cdots, N$）なるとき，地区 i に予算 K_l^{*} を配分すればよい。以上のプロセスを図 5・3・3 に示す。

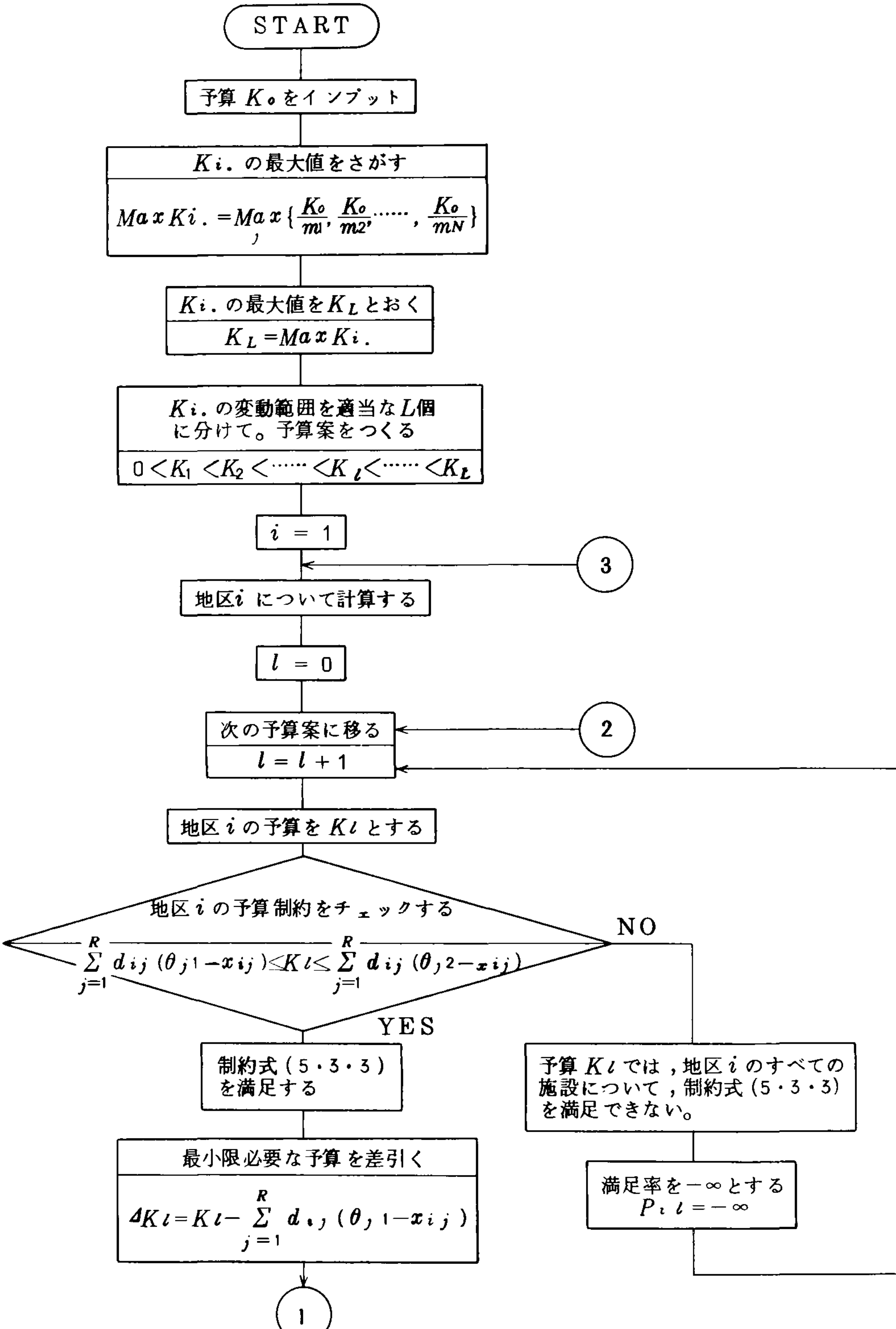


図 5・3・3　配分過程 (2)（その 1）

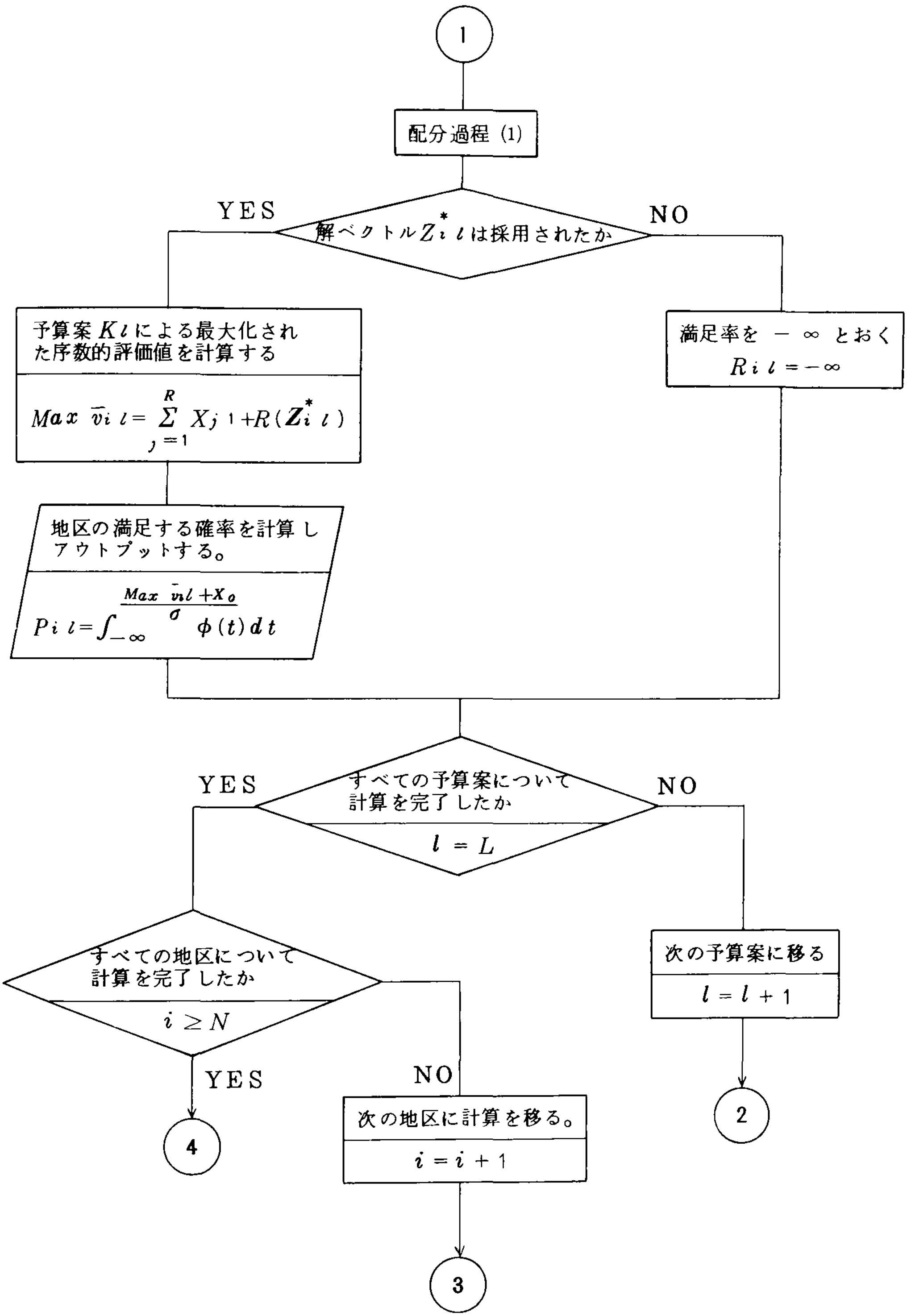

1
配分過程 (1)
解ベクトルZ_{il}^{*}は採用されたか
YES
NO
予算案Klによる最大化された序数的評価値を計算する
$Max\ \bar{v}_{il} = \sum_{j=1}^{R} X_{j1} + R(Z_{il}^{*})$
満足率を $-\infty$ とおく
$R_{il} = -\infty$
地区の満足する確率を計算しアウトプットする。
$P_{il} = \int_{-\infty}^{\frac{Max\ \bar{v}_{il} + X_0}{\sigma}} \phi(t)\,dt$
すべての予算案について計算を完了したか
$l = L$
YES
NO
すべての地区について計算を完了したか
$i \geq N$
次の予算案に移る
$l = l + 1$
YES
NO
次の地区に計算を移る。
$i = i + 1$
4
2
3

図 5・3・3（その2）

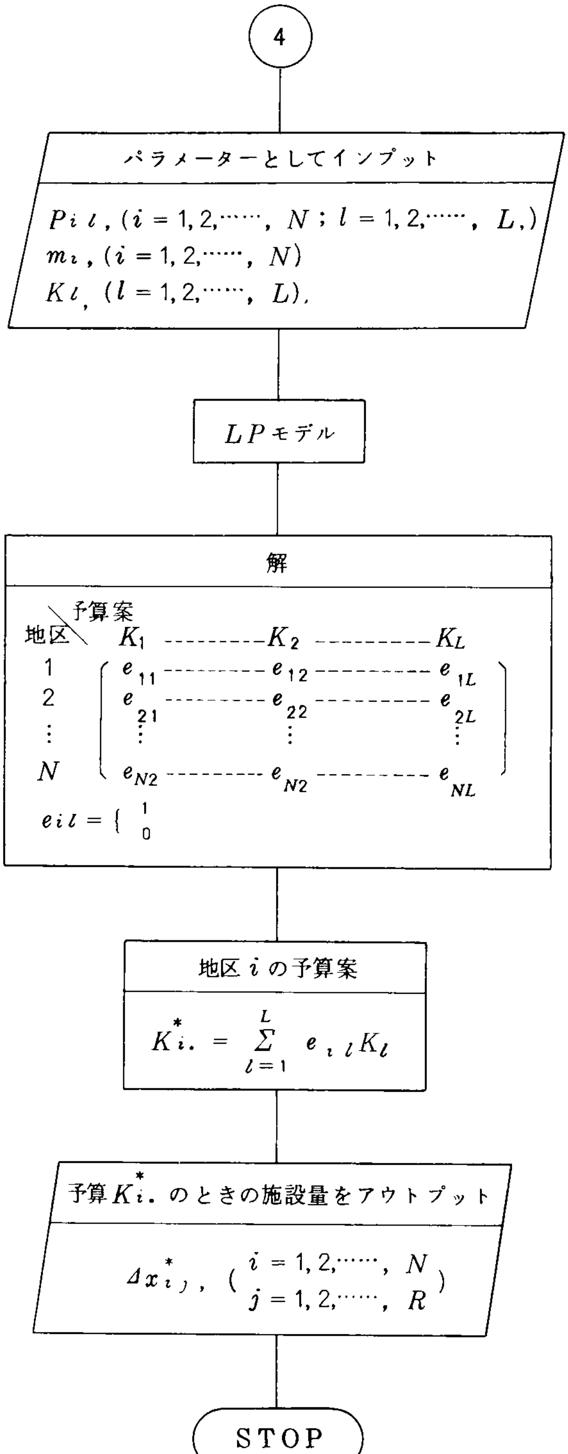

4
パラメーターとしてインプット
P_{il}, ($i = 1, 2, \cdots\cdots, N$; $l = 1, 2, \cdots\cdots, L$,)
m_i, ($i = 1, 2, \cdots\cdots, N$)
K_l, ($l = 1, 2, \cdots\cdots, L$).
LPモデル
解
予算案
地区
K_1 ---------- K_2 ---------- K_L
1 e_{11} ---------- e_{12} ---------- e_{1L}
2 e_{21} ---------- e_{22} ---------- e_{2L}
N e_{N2} ---------- e_{N2} ---------- e_{NL}
$e_{il} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$
地区 i の予算案
$K^*_{i\cdot} = \sum_{l=1}^{L} e_{il} K_l$
予算 $K^*_{i\cdot}$ のときの施設量をアウトプット
Δx^*_{ij}, $\left(\begin{array}{l} i = 1, 2, \cdots\cdots, N \\ j = 1, 2, \cdots\cdots, R \end{array}\right)$
STOP

図 5・3・3（その３）

こうして，配分過程(1)と(2)とにより，外生変数と構造パラメータを与件とすれば，地区別，施設別の人口１人あたり整備量の最適解が求められ，これをつぎのように表わすことができる。

$$
\begin{array}{ccc}
 & & \text{（施　　設）} \\
 & & \begin{array}{cccc} 1 & 2 & \cdots & R \end{array} \\
\text{（地区）} &
\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{array} &
\left(\begin{array}{cccc}
\Delta x^*_{11} & \Delta x^*_{12} & \cdots & \Delta x^*_{1R} \\
\Delta x^*_{21} & \Delta x^*_{22} & \cdots & \Delta x^*_{2R} \\
 & & & \\
\Delta x^*_{N1} & \Delta x^*_{N2} & \cdots & \Delta x^*_{NR}
\end{array}\right)
\end{array}
\qquad (5\cdot3\cdot30)
$$

そして，現在の整備状態と合わせると，この施設整備計画が実行されると，都市内の整備状態は，

$$
\begin{array}{ccc}
 & & \text{（施　　設）} \\
 & & \begin{array}{cccc} 1 & 2 & \cdots & R \end{array} \\
\text{（地区）} &
\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ \vdots \\ N \end{array} &
\left(\begin{array}{cccc}
m_1(x_{11}+\Delta x^*_{11}), & m_1(x_{12}+\Delta x^*_{12}), & \cdots, & m_1(x_{1R}+\Delta x^*_{1R}) \\
m_2(x_{21}+\Delta x^*_{21}), & m_2(x_{22}+\Delta x^*_{22}), & \cdots, & m_2(x_{1R}+\Delta x^*_{2R}) \\
\cdots\cdots & \cdots\cdots & & \cdots\cdots \\
\cdots\cdots & \cdots\cdots & & \cdots\cdots \\
m_N(x_{N1}+\Delta x^*_{N1}), & m_N(x_{N2}+\Delta x^*_{N2}), & \cdots, & m_N(x_{NR}+\Delta x^*_{NR})
\end{array}\right)
\end{array}
\qquad (5\cdot3\cdot31)
$$

式（5・3・31）によって表わせることになる。

最後にこの解法の問題点を整理して，今後の研究課題とする。

(i) 施設量はここでは連続変量として扱っているが，施設の種類によっては離散的な変数としてしか扱えないものもあると思われる。

(ii) 施設の建設費は施設量の線型式で仮定しているが，建設費は非線形である場合が多い。

(iii) ここで設定した地区を越えて，広域的なサービスを供給する機能をもつ施設がある場合には，施設によって地区の分割を変えなければならない。しかし施設によって地区分割を変えた場合には，この計画モデルでは解けない。

(iv) 新たな施設整備によって，都市内に新たな現象が生じることが予想されるが，このモデルはそういった予測に関しては考慮していない。

第4節　広域的な都市施設の配置計画

(1) 概　説

本節では，第4章で考察した現象モデルを応用した計画モデルの一例として，市街化区域の設定に基づいた都市施設の整備計画を考察する。昭和43年6月に公布された新都市計画法は，都市計画区域を2分して，市街化区域と市街化調整区域に分けている。そして市街化区域には，用途地域，都市施設等の計画を明確に定めて，都市施設を優先的かつ計画的に整備するとともに，民間の開発については開発許可制度により市街化の水準を確保することにしている。これに対して，市街化調整区域には一切の開発を原則として禁止し，無秩序な市街地の膨張を抑止しようとしている。このような制度の生まれた動機は，全国的規模で進行しつつある都市化現象であり，この都市化現象とは具体的にはスプロール現象に他ならない。スプロール現象の弊害は，都市的側面と農村的側面の両面から指摘されている。[77] 都市的側面から観れば，無秩序な市街地の膨張拡散が都市施設を有効に整備することを困難にし，その結果，必要最低限度の都市施設すら整備されるに至っていない不良市街地が形成されていくことである。農村的側面からみれば，宅地化の進行に附随して農業生産に悪影響がもたらされ，また宅地化の見込みによって農地価格が高騰し，農民の栄農意欲の低下などによる広範囲に渡る荒廃地の出現であるといえよう。したがって，市街化区域と市街化調整区域の設定の目的は，こうした都市的側面と農村的側面の両面に渡る弊害をなくすことであるといえる。またこの制度は，市街化のエネルギーをすべて市街化区域内に吸収しようとするものであるから，市街化の速度に合わせて都市施設を先行的に整備することが是非とも必要である。このことから，市街化区域および市街化調整区域の設定と都市施設の整備とは補完的な関係にあり，両者を一組のセットとして，上記目的を達成し得るために計画することが必要である。そこで本節では，こういった多くの側面から市街化区域と市街化調整区域の区域界が設定されたと仮定して，この区域界を与件とした都市施設の整備計画について考察する。したがって都市の膨張や農村への弊害等についての対策はこの区域界によるものとし，都市施設の整備計画の直接の目的は，都市的側面からのものにかぎりこの区域界

のもとで，効率的に不良市街地を減少させることであると仮定する。

(2) 計画の目的

計画の目的については先述したが，計画モデルとして扱うためにはこの目的か具体的に定式化される必要がある。

まず都市的側面からみれば不良市街地が減少することが，第一義的に必要である。さて，第4章第4節において，各土地が市街地としてどれ程適しているかを示す指数を適地度と定義した。したがって，不良市街地とは適地度が小さいにもかかわらず市街地が形成された土地であると仮定することができる。しかし具体的にどれ程の大きさの適地度によって不良市街地とそうでない市街地との境界とするかについては，第3章で分析したような方法で市街地に対する住民の意識調査が必要である。ここでは，この境界を与件と仮定し適地度がW^*以下の土地であって市街地が形成されている土地を不良市街地と仮定しておく。したがって，都市的側面からみた計画目的の1つは，W^*以下の適地度をもつ市街地面積をなくすことであるといえよう。都市的側面からみたもう1つの目的は，投資効率に関するものである。すなわち，前記目的を達成するために都市施設を整備する場合の費用は最小化されなくてはならない。

ここで市街化区域内の不良市街地面積をC，都市施設の整備費をKとおくと，計画の目的はCとKとをともに最小化することであるといえる。

(3) 市街化過程のモデル

計画モデルについては後で述べるが，本節の計画モデルは，第2節のように，LPやDP　などの数理計画手法を用いて最適解を求めるという方法をとることはできない。その理由は，求めるべき解が都市施設の整備パターンであることによる。第4章第4節で分析したように市街化の適地度に影響する都市施設は道路網などのように広域サービスを提供し，また，integral units として建設される施設である。このためこれらの施設を分割して何単位，どのゾーンに配置するなどということは無意味である。したがって，これらの都市施設パターンは，代替案として計画モデルへのインプットでなくてはならない。

そこで，計画モデルとしては，それらの代替案の市街化過程への影響を予測するモデルが必要となってくる。ここでは第4章第4節の市街化過程のモデルを利

用する。このモデルでは，市街化過程は次の３つの方程式によって表現される。

$$w_i = \sum_{j=1}^{R} \sum_{k=1}^{kj} \delta i(j\,k) \cdot Xjk\,, \quad (i = 1, 2, \cdots\cdots, N) \qquad (5\cdot4\cdot1)$$

$$p_i = \int_{wo}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} \cdot exp\left[-\frac{(x-w_i)^2}{2\sigma^2}\right] dx$$

$$(i = 1, 2, \cdots\cdots, N) \qquad (5\cdot4\cdot2)$$

$$\sum_{i=1}^{N} p_i \cdot s_i = S \qquad (5\cdot4\cdot3)$$

さて，区域界が設定され，市街化区域のゾーン集合をA，市街化調整区域のゾーン集合をBとする。さらに市街地の総需要が$\varDelta S$ 増加するものとする。このとき，都市施設の整備によって，各ゾーンの特性$\delta i(j\,k)$が$\delta i^*(j\,k)$に変わったことによる影響を求める。まず新しい適地度wi^*は式（5・4・1）より，

$$wi^* = \sum_j \sum_k \delta i^*(j\,k) Xjk\,, \quad (i = 1, 2, \cdots\cdots, N) \qquad (5\cdot4\cdot4)$$

また市街化率p_iは市街化区域内では増加するが，市街化調整区域内では一定とみなされるから，市街化区域内の限界適地度のみが変化し，式（5・4・2）より

$$p_i + \varDelta p_i = \int_{wo+\varDelta wo}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}\, exp\left[-\frac{(x-wi^*)^2}{2\sigma^2}\right] dx\,, \quad (i \in A) \qquad (5\cdot4\cdot5)$$

さらに，需要の増加との関係は式（5・4・3）より

$$\sum_{i \in A} (p_i + \varDelta p_i)\, s_i + \sum_{j \in B} p_j s_j = S + \varDelta S \qquad (5\cdot4\cdot6)$$

よって，都市施設の整備による市街化率の変化$\varDelta p_i$（$i \in A$）と，限界適地度の変化$\varDelta w_o$とは，上式を連立することによって求めることができる。

さらに，$\varDelta p_i$，$\varDelta w_o$，wi^* は目的Cに影響を与えるから，Cを最小化するために，都市施設の整備パターンを誘導手段として位置づけることが可能である。

(4) 計画の外生変数

このモデルでは都市施設の最適パターンが未知であり，市街化区域と市街化調整区域の区域界は与件とみなしているので，この区域界は外生変数である。また

都市計画区域の現況を表わすいくつかの変数も外生変数である。まず各ゾーンの市街化率 p_i, ($i=1,2,\cdots\cdots,N$), 都市施設の整備状況を表わすダミー変数 $\delta_i(jk)$, ($i=1,2,\cdots\cdots,N$; $j=1,2,\cdots\cdots R$; $k=1,2,\cdots\cdots,k_j$). 各ゾーンの可住地面積 s_i, ($i=1,2,\cdots\cdots,N$)。また式 (5・4・1) のパラメーター X_{jk}, ($j=1,2,\cdots\cdots,R$; $k=1,2,\cdots\cdots,kj$)も外生変数とみなす。そして計画時点までに予測される市街地需要 $\varDelta S$, および不良市街地を決める適地度の境界 W^* とを外生的に与えられているとする。

(5) 計画モデル

さて，ある区域界を与件とみなしたとき，その区域界のもとで都市施設を整備した結果，各ゾーンの特性が $\delta_i(jk)$ から $\delta_i^*(jk)$ に変わることによる影響は式 (5・4・4), 式 (5・4・5), 式 (5・4・6)に表わされている。このとき，新たな限界地適地度が $w_o+\varDelta w_o\geq W^*$ であれば，市街化区域内には不良市街地は存在しないことになり，この場合の施設の整備パターンは不良市街地をなくすという目的からすれば最適である。しかしこのような現象にするためには当然多額の整備費が必要とされ，不十分な整備費では不良市街地が残る。定義より，不良市街地とは適地度が W^* 以下の市街地のことであるから，市街化区域内の不良市街地面積 C は式 (5・4・7) で表わせる。

$$C=\sum_{i\in A}s_i\int_{w_o+\varDelta w_o}^{W^*}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}exp\left\{-\frac{(x-w_i^*)^2}{2\sigma^2}\right\}dx\;,\quad(W^*\geq w_o+\varDelta w_o)$$

(5・4・7)

したがって，都市施設の整備計画の代替案それぞれについて，$\delta_i^*(jk)$ を計算しこれを式 (5・4・4) に代入して，式 (5・4・4)，式 (5・4・5)，式 (5・4・6) を連立して，$w_o+\varDelta w_o$ を求めておけば，式 (5・4・7) より将来出現することが予測される不良市街地面積を求めることができる。一方，各代替案の整備費 K を見積っておけば，C と K との組み合わせが，たとえば図 5・4・1 のように得られる。ここに点 a は都市施設の整備を一切行なわなかった場合であり，$\overline{oa}$ はそのときの不良市街地面積である。また点 b は不良市街地を無くすために必要なすべての整備を行なった場合であり，$\overline{ob}$ はそのときに必要な投資額を表わしている。それ以外の点はすべて代替案の例を表わしているが，代替案 1, 2, 3, よりも優れた代

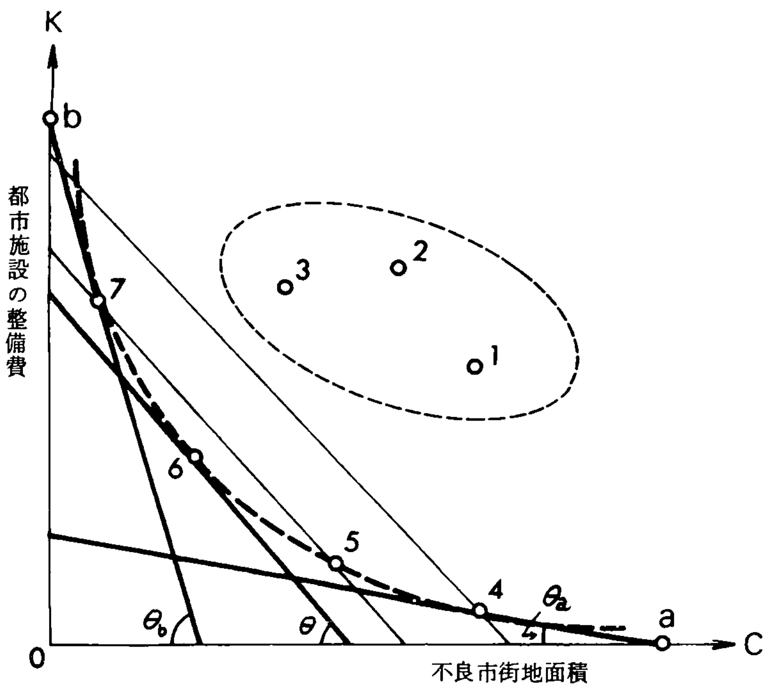


図 5・4・1　代替案の比較

替案があることは明らかであるから，最適代替案は a，4, 5, 6, 7, b の中にある。しかしこれらの中から最適代替案を選定するためには，C と K とを比較するパラメーターが必要である。たとえば不良市街地 1 単位を $\tan\theta$ 円の損失と考えれば，ΔS の需要を市街化区域内に吸収するために $K + C \cdot \tan\theta$ 円の総費用がかかったことになる。したがって，$K + C \cdot \tan\theta$ を最小化する代替案が最適となる。たとえば図 5・4・1 において，点 a と点 4 を結ぶ直線と C 軸との交角を θa，点 b と点 7 とのそれを θb とすると，パラメータ θ の大きさによってつぎのことがいえる。もし $\theta < \theta a$ であれば，ここに比較した代替案よりも点 a の総費用の方が小さいことになる。つまりこの場合には，今後一切の整備をしないで，その結果として $\overline{oa}$ の不良市街地面積が生じても，総費用からみれば望ましいことになる。また，$\theta > \theta b$ であれば，点 b の総費用が最小となるから，不良市街地を完全に無くすために必要なすべての施設整備を費用 $\overline{ob}$ で行なうことが望ましいことになる。そして，$\theta_a \leq \theta \leq \theta_b$ の場合には，各代替案を通る交角 θ の平行な直線群のうち，最も原点に近い直線をもつ代替案が総費用最小である。以上の計画モデルの手順を図 5・4・2 に示す。

このように，パラメーター θ を与件と考えることができれば，都市施設の整備パターンの代替案の中から一義的に最適解を選定することができる。

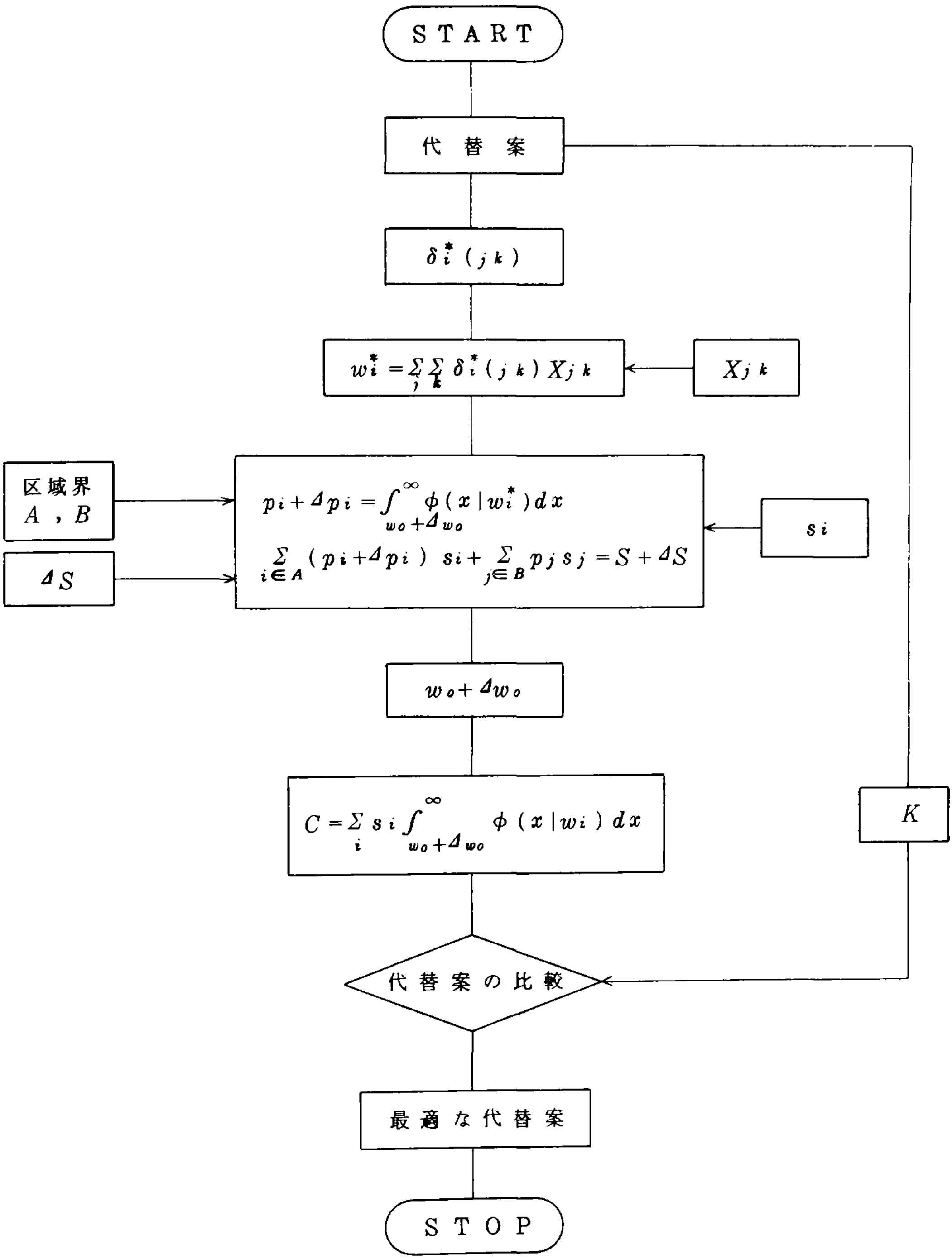

START
代　替　案
$\delta_i^*(jk)$
$w_i^* = \sum_j \sum_k \delta_i^*(jk) X_{jk}$
X_{jk}
区域界
A , B
ΔS
$p_i + \Delta p_i = \int_{w_0+\Delta w_0}^{\infty} \phi(x \mid w_i^*) dx$
$\sum_{i \in A} (p_i + \Delta p_i)\ s_i + \sum_{j \in B} p_j s_j = S + \Delta S$
s_i
$w_0 + \Delta w_0$
$C = \sum_i s_i \int_{w_0+\Delta w_0}^{\infty} \phi(x \mid w_i) dx$
K
代替案の比較
最適な代替案
STOP

図 5・4・2　計画モデル

しかし，パラメーターθを客観的に決めることは非常に難かしく，またこれ以外にも，不良市街地と優良市街地の境界W^*を客観的に決めることにも問題が残っている。これらの変数はいずれも住民の満足観と密接な関係があり，第3章の評価モデルをさらに発展させて，これらの変数を推定する手掛りを得ることを今後の課題としたい。

第5節　結　　語

本章では，第3章の評価モデルと第4章の現象モデルとを計画モデルの中に位置づけることに重点を置いて，2つの計画モデルを提案した。本来，計画モデルの中にはこれらの評価モデルと現象モデルとが有機的に連結して位置づけられるべきであるが，本論ではこれらを結びつけて実証的に考察するに至らなかった。そこで，これらをそれぞれ別々に用いて計画モデルを構成しても比較的問題が無いと思われる対象について考察した。

1つは生活環境に強い影響を持つ都市施設の配置計画である。これらの施設の種類については第3章第4節で述べている。これらの施設の整備水準によって都市住民の満足感がどのように形成されていくかについては第3章第4節で分析した。一方これらの施設の整備によって，たとえば日常の買物や娯楽などの生活パターンが変化することも考えられる。しかしそういった現象の変化は，計画モデルにとって，満足感に与える効果からみればほとんど無視できると思われる。そこで第2節では，生活環境に対する住民の評価モデルを応用して，住民の満足感を高めることを計画目的とした計画モデルを提案し，このモデルでは施設整備に伴う現象の変化を無視した。さらに第3節ではこの計画モデルの解法について考察し，*DP*手法と*LP*手法とによって最適配置を求めることができることを明らかにした。

他の1つは広域的な都市施設の配置計画である。これらの施設の種類については第4章第4節で述べている。これらの施設は，住民の生活環境に対する満足感を形

成する要因でもあるが，第4章第3節，第4節，第5節の各モデルをみればわかるように，都市圏内の人口分布，市街化過程，土地利用などに強い影響を持つ要因である。したがって，これらの施設を整備する直接の目的は，前記現象を誘導することであり，住民の満足感を高めることはむしろ間接的な目的と思われる。そこで第4節では第4章第4節の市街化モデルを応用して，都市圏の市街化過程を誘導する手段として都市施設を位置づけ，この誘導の効率を計画目的とした計画モデルを提案し，このモデルでは住民の評価を無視した。計画の手法はそれぞれの代替案について市街化を予測し，その予測結果から最適な代替案を選定するというシミュレーションモデルである。

これら2つの計画モデルには多くのパラメーターが与件とされているが，そのうち，評価基準に関係するパラメーターの推定については，まだ実証的な考察が欠けているため，計画モデルを実際に適用するには問題が残っている。しかし本章の考察によって，第3章の評価モデルと第4章の現象モデルとの関係を明らかにすることができたと考える。今後は，評価モデルと現象モデルを有機的に位置づけた計画モデルを開発したいと考える。

第6章　結　　　　論

ここ数年の間に，わが国の行政投資の基本姿勢は大きな転換を迫られているようである。従来の資源配分方式はどちらかと言えば産業優先的なものであったが，その方式による多くの欠陥が表面化してくるにつれ，生活優先的な財政主導型の資源配分方式が模策され始めた。都市施設の整備においても，生産活動のための施設から，生活環境施設の整備に重点を移すべきであるということが大勢の流れとして明らかとなってきた[1]。しかしながら，この転換の欲求があまりに急激に生じたことにより，生活環境を改善するために都市施設を整備するといっても，長期的な見通しに立って，総合的な計画を策定し，そして効果的に整備するためには，解明されなければならない問題が非常に多く残っている。とりわけ，各都市施設のもつ都市生活への効果を総合的に把握することが是非とも必要であろう。このためには各種都市施設と都市の社会現象との間の関係を住民意識や住民行動の側面から分析しておかなければならない。

本論文は，以上の認識の下に都市施設計画の合理化を究極の目標として，都市施設に対する評価モデル，都市施設に関する現象モデルおよび都市施設の配置計画モデル等について理論モデルを提案し，実証例について分析した。以下に改めて本論文の研究成果を明らかにするために，各章の内容について論述することにする。

まず序論においては，本論の立場と研究の目的について論述し，本研究の内容を概説した。都市施設と都市の社会現象との関係を操作的なモデル体系のシステムとして表現することによって，都市施設計画の合理化を図ることが本論の目的であることを明らかにした。そして，都市施設と都市の社会現象との関係をすべてモデル体系に組み込むことは不可能であるということを基本的には認めるが，モデル化が可能とされる事象だけをモデル体系として表現しておくことは都市施設計画をより合理的なものに発展させていくのに必要であるという立場から研究を進めることを

述べた。本論の研究内容は，すべてこの基本方針に従ったものである。

第2章においては，まず計画システムが評価システム，現象システム，意志決定システムの3つのサブシステムによって構成されていることを述べ，このうち評価システムと現象システムの特徴を明らかにした。都市施設計画における評価システムは，都市施設計画による都市住民の生活効用の増加を計量するものであり，また都市施設計画における現象システムは，都市施設計画による都市発展への影響を計量するものであることを論述し，計画システムにおけるこれら2つのサブシステムの位置づけを明らかにした。このようにサブシステムを明確に定義することによって，膨大で複雑な都市現象の研究を都市施設計画の合理化という目的に照らして方向づけることができたといえる。第2章において明らかにした評価システムと現象システムの特徴をふまえて，次章からさらに詳細な分析を行った。

第3章では，都市施設の評価に関する理論を展開し，これを実証的に考察した。現代都市社会が各種の都市施設をどのように評価しているかを分析する理論を提案し，その理論によって都市施設計画の目的としてどのようなものがありうるかを知ることができることを示した。さらに，都市における生活空間を公共空間，個人空間，生産空間に分類し，それぞれの空間における実証例として，生活環境に対する住民の評価モデル，住環境に対する世帯の評価モデルおよびCBDに対する事務所の評価モデルをとりあげた。しかし，実証例は不十分であり，さらに多くの実証的研究を積み重ねる必要があるが，ここでの実証結果は，本章で提案した評価の理論が十分に適用可能であることを示している。すなわち，都市施設に対する評価モデルは，施設に対する満足率関数，評価関数，および全体に対する満足率関数とによって表わすことができるといえる。したがって，住民の意識と都市施設との対応関係を計量化する方法を提示できたことになり，都市施設計画の目的関数に住民の意識を組み込み，施設計画を合理化するうえで，この評価モデルは大きな意義をもっているといえよう。

第4章では，都市施設の整備が都市の社会現象に与える影響をマクロに推定す

る理論を提案し，その実証的考察を行った。都市施設整備の重要な目的の１つは，これを先行的に投資して，都市の発展過程を望ましい方向へと誘導することであるといえよう。この場合に，施設整備による誘導効果が十分に達成されるためには，施設整備が都市現象に与える影響を計量的に把握しておく必要がある。本論で提案した現象モデルはこの影響をマクロに捕えて計量化する方法論である。この方法論は古典的消費者行動理論を応用して発展させたものであり，選択主体，選好関数および選択ルールの３つの概念によって現象モデルを表現できることを明らかにした。この現象モデルの一般的理論を，都市施設によって強い影響を受けていると思われる現象に適用し，実証的に考察した。とりあげた現象は，都市圏における人口分布，市街化，都市圏における土地利用の分布および住宅選択モデルである。実証例は必ずしも十分とはいえないが，少なくとも実証結果は，その現象に応じた選択主体，選好関数および選択ルールがありうることを示している。提案した現象モデルの理論は，都市施設と都市現象との対応関係を計量的に把握するための基礎的な方法論として有効であるといえる。したがって，都市施設を先行的に整備する場合に多くの代替案の比較をする必要が生じるが，これを計量的に比較するうえで，本論の現象モデルの果たす役割は大きいものがあるといえよう。さらに，この現象モデルを基礎にして多くの実証的研究を追加し，また問題点を克服していくことにより，都市施設計画における現象システムの体系化も可能となると考えられる。

以上の評価と現象に関する研究を発展させ，さらに意志決定システムに関する研究の発展とを合わせて，はじめて都市施設の計画システムは完成するものである。しかし本論の研究成果はまだそういった総合的な計画システムについて論述するまでには至っていない。そこで都市施設の種類を限定し，また計画目的を仮定して，部分的な計画モデルを第５章で提案した。ここでは２つの計画モデルを提案した。１つは第３章の生活環境施設に対する住民の評価モデルの研究成果を応用して，住民の満足感を高めることを目的とした生活環境施設の配置計画を考察し，LPとDP手法が適用できることを明らかにし，その解法について論述した。他の１つは，第

４章における市街化モデルの研究成果を応用したものである。計画目的が市街地の適地度を高めること，および都市施設の整備費用を最小化することの２つから構成されていると仮定した場合には，都市施設の配置計画モデルはシミュレーション・モデルとして表わされることを明らかにした。こういった都市施設の種類を限定し，また計画目的を単純化した計画モデルは，現実に適用させるには問題が残っていると考えられるが，この計画モデルによって，前章までに展開した評価モデルと現象モデルの位置づけを明確にすることができたといえる。

都市施設の計画システムを完成するためには，意志決定システムに関する理論的研究やまた評価システムと現象システムに関する実証的研究が多く残されている。とくに本論文におけるモデルの不均衡は，今後計画のシステム化が進むにつれて大きな問題となるであろう。その使用目的に照らして考えれば，あるものは粗雑すぎ，あるものは精密すぎることになると考えられる。またモデルの信頼性，精度，普遍的妥当性の実証の多くは今後の研究に待たなければならない。しかし本論の研究成果によって，都市施設計画のシステム化の一応の方向づけは，明確にしえたものと考える。今後，この方向づけに従って，より一層研究を進め，都市施設計画のシステム化を図り，合理的な都市施設計画の策定の基礎理論を体系づけることが重要であると考える。

参　考　文　献

1)　林雄二郎・片方善治：社会工学，筑摩書房，昭和４６年

2)　青山吉隆：都市計画への数理的アプローチ，経営科学，第１４巻，第４号，１９７１年

3)　Maurice O. Kilbridge, Robert P. Oblock and Paul V. Teplitz : A Conceptual Framework for Urban Planning Models, Management Science, Vol. 15, No. 6, 1969.

4)　土木計画学研究委員会：第４回土木計画学シンポジウム，土木学会，1970.

5)　中山伊知郎：経済学大辞典Ⅲ，東洋経済新報社，昭和４６年

6)　鈴木　広：都市化の社会学，誠信書房，昭和４３年

7)　前掲 6)

8)　宮川公男：PPBSの原理と分析，有斐閣，昭和４４年

9)　Richard Dewey : The Rural-Urban Continuum : Real But Relatively Unimportant, American Journal of Sociology, 1960.

10)　青山吉隆：都市勤労者世帯の住宅需要構造の研究，都市計画，Vol. 58, 59, 昭和４４年

11)　国民選好度調査委員会：日本人の満足度，至誠堂，1972.

12)　梶秀樹：生活環境施設整備のための社会的選好関数の研究，日本都市計画学会学術講演会論文集，第５号，1970.

13)　マックス・ウェーバー：富永，立野訳：社会科学方法論，岩波書店，昭和４０年

14)　前掲 5)

15)　J. R. ヒックス：早坂・村上訳：需要理論，岩波書店，1969年

16)　建設省都市局都市計画課編：新都市計画法逐条解説，都市計画協会，昭和４３年

17)　松下圭一：シビル・ミニマムの思想，東京大学出版会，1971.

18） 前掲 8）

19） J. M. ヘンダーソン・R. E. クォント：小宮隆太郎訳：現代経済学，創文社，昭和４５年

20） 前掲 8）

21） 磯村英一：都市社会学研究，有斐閣，昭和４４年

22） 前掲 15）

23） 八木晃：計量心理学，東京大学出版会，1969.

24） 天野・青山・三木：住宅と生活環境に対する満足度の研究，都市計画，第５号，昭和４６年

25） 岸根卓郎：統計学，養賢堂，昭和４３年

26） A. D.ホール：熊谷三郎監訳：システム工学方法論，共立出版，昭和４４年

27） 安田三郎：社会統計学，丸善，昭和４５年

28） 大都市企画主管者会議：大都市生活環境構造分析報告書，昭和４６年

29） 日科技連：信頼性データの解析，1969.

30） 前掲 24）

31） 建設省：建設白書，大蔵省印刷局，昭和４４年

32） 日笠端：都市と環境，日本放送出版協会，昭和４３年

33） 芝祐順：相関分析法，東京大学出版会，1971.

34） 鎌田宣夫：都市圏における住宅立地予測モデル，住宅，1968.

35） 戸谷英世：労働事情と住宅立地の問題，住宅，1967.

36） 林知已夫：数理化理論の応用例，統計数理研究所彙報，第２巻，第１号，1954.

37） 建設省：建設白書，大蔵省印刷局，昭和４６年

38） 天野・青山・永井：生活環境施設計画の方法に関する一考察，土木学会関西支部学術講演会，昭和４７年

39） Kazuhiro Yoshikawa : Comprehensive Evaluation of Urban Environment and Facilities Design, The Second Pacific Resional Science Conference, 1971.

40） 大阪市公聴部：大阪市における市民生活に関する世論調査，昭和４５年

41） 中野雅弘：都心における事務所の立地に関する統計的研究，京都大学修士卒業論文，昭和４７年

42） 磯村英一：都市問題辞典，鹿島出版会，昭和４７年

43） 大阪市総合計画局：管理中枢機能調査報告書Ⅲ，昭和４５年

44） R. E. Murphy and J. E. Vance, Jr. : Delimiting The CBD, Economic Geography, Vol. 30, 1954.

45） L. ライスマン：星野郁美訳：新しい都市理論，鹿島出版会，昭和４３年

46） R. E. Park and E. W. Burgess : The City, The Univ. of Chicago Press, 1967.

47） 前掲 45）

48） 吉原英樹：行動科学的意志決定論，白桃書房，昭和４４年

49） 前掲 15）

50） H. A. Simon：宮沢光一監訳：人間行動のモデル，同文館，昭和４５年

51） 加藤晃：道路網における交通流配分の基礎的な考え方について，第８回日本道路会議論文集，1965.

52） 前掲 50）

53） 青山吉隆：都市圏におけるマス・トランスポーテイションの最適計画，経営科学，第１３巻，第１号，1969.

54） Brian J. L. Berry : Cities as Systems within systems of Cities, The Regional Science Association, 1964.

55） William Alonso : Location and Land Use, Harvard University Press, 1964.

56） 前掲 46）

57） 天野・青山：放射状都市鉄道路線の勢力圏人口に関する研究，土木学会論文集，第123号，昭和４０年

58） Brian J. L. Berry and A. Pred : Central Place Studies.

A Bibliography of Theory and Applications, Regional Science Research Institufe, Philadelphia, 1961.

59) 天野・青山・藤田：都市圏人口分布形態に関する情報理論的研究，土木学会論文集，第１４２号，昭和４２年

60) R. M. Haig：Toward an Understanding of the Metropolis, Quart. J. Econ：40, 1926.

61) 前掲 6)

62) Maruyama, M.：The Second Cybernetics：Deviation Amplifying Causal Process, American Scientist, 1963.

63) 東京都主税局：東京都税務統計年報，昭和４０年

64) 中島浩：中高層住宅の立地選好と居住者の選択行動に関する研究，京都大学修士卒業論文，昭和４７年

65) 都築研二：都市的土地利用の分布に関する一考察，京都大学卒業論文，昭和４７年

66) 新沢・華山：地価と土地政策，岩波書店，昭和４５年

67) 建設省：大阪湾紀伊水道地域大規模開発計画調査報告書，昭和４７年

68) 青山・森杉：都市の土地利用構造に関する研究，地域学研究，第１巻，昭和４５年

69) Carl Steinitz and Peter Rogers：A System Analysis Model of Urbanization and Change, The MIT Press, 1970.

70) 前掲 37)

71) 前掲 10)

72) 天野・青山・三木：都市世帯の住意識と住宅選択行動について，土木学会年次講演会講演概要集，昭和４６年

73) 前掲 55)

74) 大阪市総合計画局：大阪市土地利用計画策定システム開発中間報告書，昭和

47年

75) 鍋島一郎：動的計画法，森地出版，1970.

76) Géza Jándy : Problems of Location in Operations Research Model, Resional Science Association, XXII, 1968.

77) 前掲 16)