

共分散構造分析による公共施設整備の評価法

Measuring the Effect of Infrastructure development using LISREL

岩倉成志*・屋井鉄雄**

by Seiji IWAKURA & Tetsuo YAI

There exist a lot of locations where should be redeveloped in Tokyo. Most of them are concerned with transport facilities such as a former yard or a harbor site. The recent change of city planning institute enabled developers to obtain building volume bonus when they had contributed their own land as public space. Although this is a way to produce the infrastructure around redeveloped area, the following two problems may arise: to determine a fair level of encumbrance and to realize fine quality in urban space and landscape after a variety of redevelopment.

This paper presents simple econometric models which could estimate effects caused by transportation investment and district redevelopment in order to cope with problems such like the above. LISREL modeling has two advantages comparing with conventional econometric models. The first is its structural simplicity, the second is availability of introducing latent variables composed of some indicators observed by actual data. This is utilized for defining a new concept which structured the evaluation function.

1. はじめに

本研究で用いる共分散構造モデルは従来のヘドニック分析手法を拡張し、立地主体の空間評価という視点から整備効果の計測を試みる手法である。モデル化にあたっては空間価値なる潜在評価因子を設定し、その評価値によって公共施設整備の影響を計測する。本論文では2.において空間価値の考え方と解釈について述べ、3.では著者らの従来の研究成果を整理し、考察を加えている。さらに4.において従来のヘドニック・アプローチの理論を拡張し、空間価値計測への理論展開を試案する。5.では本研究の今後の課題をまとめている。

2. 空間価値の考え方と解釈

本研究では立地主体が空間評価を行い、立地競争の後に、実際に立地した消費者の評価値を空間価値と考える。以下1)～4)によって空間評価値の考え方とその解釈について述べる。

1) 立地主体の周辺空間の環境に対する評価値である

評価主体である立地者、居住者の土地への評価は周辺環境によって左右されるが、それは都市の空間として評価される。特に再開発地区や都市化の進んだ地域などは影響を及ぼす側、及ぼされる側も共に高度空間である場合が多い。このため空間に対する評価という意味で空間評価値という概念が必要になると考える。

2) 客観的評価のみならず主観的にも行われる評価である

空間評価は駅への距離や公園までの距離などの客観的評価以外にも、周辺環境に対する快適性、駅に対する認知距離等の利便性、空間のデザイン、街の安全性などは主観的評価によってなされる。また地価には将来への期待効用が表れており、これは評価主体によって一致しているとは考えにくい。すなわち主観的評価によって影響されると考えられる。さらに立地者や居住者の属性によっても評価は異なる。

表-1は横浜市内の高層住宅居住者(1730世帯)に対して行った居住環境のアンケート調査の一部である。価格安定期(昭和61年以前)、過渡期(61～

キーワード：空間価値、効用理論、共分散構造分析

* 正会員 工修 東京工業大学助手 工学部土木工学科
(〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1)

** 正会員 工博 東京工業大学助教授 工学部土木工学科

62年)、価格高騰期(62年以降)に分けて利便性に対する不満度をみた。安定期にくらべ過渡期、高騰期で不満度が高くなっている様子がわかる。また表-2は同調査から非集計ロジットモデルによる住宅選択モデルによって世帯のライフステージ別に効用関数を作成した結果であるが、世帯属性によって住宅選択における意思決定構造が異なる様子が表れている。

3) 完全市場ではないため地価は最大付け値で決まっているとは考えにくい

従来から指摘されているように土地は完全市場ではなく、各世帯の付け値(需要価格)の最高値で地価が決定されているとは考えにくい。このためヘッドニックアプローチに見られる、最大付け値によって地価が決定されているという表現は制約となる。これに対し、ランダム付け値モデルでは確率論的な考えを導入し、より現実的な表現を行っている⁵⁾。

4) 空間評価には短期的な交通・土地利用サービスの変化も表れる

時間軸で公共施設整備の評価法について考えると、従来の方法は長期的な社会資本ストックとしての公共施設の評価を行ってきた。しかし、都市の再開発は長期化、複雑化しており、同時期に多地点で整備が進められており、都市の空間は定常的であることは少ない。このような状況下では地価に反映されにくい短期的な空間の変化や微少改善の効果を計測する技術が必要である。例えば、駅デザインの改修などは地価には反映されにくいと考えるが、より質の高い空間形成によって評価主体の効用は上昇すると考えられる。また周辺地区の再開発により一定期間、交通流が変化し、渋滞現象や騒音等が発生する場合なども地価のみを空間評価の指標とすると、その効果の分析は困難であると考えられる。2)とも関連し、評価主体によっても評価値は異なる。

3. 従来の研究事例

共分散構造分析を用いた著者らの研究成果を再整理する。共分散構造分析と地価分析の特徴及び分析上の大きな相違を表-3に示した。まず住宅地へ共分散構造モデルを適用した例¹⁾を図-1に示す。先に示したアンケート調査と同じ新築の高層住宅を対象としている。本分析では外生変数に質的潜在要因

表-1 利便性に対する不満度のクロス集計結果

%	自動車での移動	駅への近さ	都心への利便さ
安定期	16.7	39.6	22.6
過渡期	26.8	53.2	31.4
高騰期	25.3	52.0	33.3

表-2 ライフステージ別にみた高層住宅選択モデル [() 内も値]

変数	世帯主年齢 第1子年齢	ステージ 1 59才以下 無/6才以下	ステージ 2 59才以下 6才~12才	ステージ 3 35才以上 13才以上
分譲価格/年収 (円/ (円/年))		-1.22 (-3.2)	-2.18 (-5.5)	-1.08 (-3.7)
専有面積 (m ²)		0.0843 (4.2)	0.162 (8.0)	0.121 (7.3)
最寄り駅への距離 (m)		-0.000303 (-2.1)	0.000521 (4.7)	-0.000112 (-1.0)
通勤時間 (分)		-0.0416 (-2.4)	-0.0166 (-1.2)	-0.0244 (-1.5)
緑地近接ダミー (300m以内)		0.427 (1.5)	0.519 (2.2)	0.518 (2.1)
建蔽率 (%)		-0.0268 (-2.1)	-0.0187 (-1.8)	-0.0146 (-1.2)
周辺土地利用ダミー (住宅用途)		-0.541 (-2.6)	-0.364 (-2.1)	-0.744 (-3.9)
定度比		0.0855	0.175	0.221
サンプル数		163	291	259

表-3 空間価値分析と地価分析の特性比較

	空間価値分析	地価分析
データ	客観的データ/主観的データ	客観的データ
分析手法	共分散構造分析 (線形回帰分析・因子分析・ 連立方程式モデルを包含する)	線形回帰分析 非線形回帰分析
評価尺度	無次元 (ただし、貨幣タームに変換可能)	貨幣ターム
分析上の得失	○潜在的空間価値を分析可能 ○モデル構成の自由度が高い ○土地利用を内生化できる ○統計的に共線性の回避が可能 ×客観性にやや欠ける	○簡単にハンドリングできる ○データが客観的・豊富 ×土地利用は外生的に与える ×対象は市場に賣れるものに限る ×共線性の回避が困難

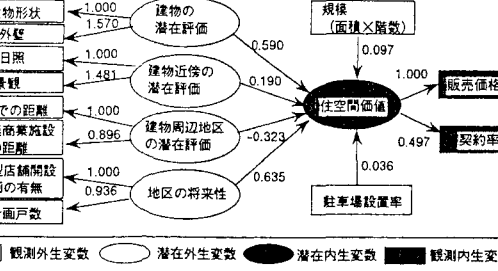


図-1 共分散構造モデルの適用例

を導入して空間価値を表現する方法を提案した。空間価値の指標には顕在化した供給側の条件である販売価格と需要側の要因である契約率を空間価値の指標として用いた。供給価格(販売価格)とともに、需要の過不足を指標に導入することによって需要側の評価を計測する試みであり、2.3)に示した不完全市場における評価額の計測法の1例ともなっている。商業地への適用²⁾では、再開発地区のように高度利用空間を最終的に提供する場合、底地の地価のみを対象とするのではなく、高層空間自体の魅力や主観的指標として街区の連たん性を導入し、空間

価値を分析する方法を示した。また連立方程式により、交通需要と土地利用の相互関係を表現するモデルとなっている。

このような実証分析から得られた知見を要約すると以下のようになる。モデル化にあたってはモデル構成の自由度が比較的高く、明確な構造仮説が必要となる。連立方程式を包含するモデルであるため、土地利用、交通需要、空間価値の相互関係を表現することが可能である。パラメータ推定については潜在要因の設定と連立方程式モデルによる構造化を行うと、回帰分析に比べかなり多いパラメータ推計を伴うため、適合度の高いモデルの作成は簡単ではない。潜在変数は顕在化している指標によって形成されるため、因子得点から潜在変数の性格を十分に吟味する必要がある。回帰分析では空間解析ゆえに変数間の共線関係が発生することが多いが、共分散構造分析ではモデルの構造次第で共線性を回避することが可能である。

4. 空間価値計測の理論展開

ここでは従来のヘドニック分析に見られる効用理論を、立地主体の心理的側面に着目して空間価値の理論へ応用した。以下、2、3の試案を述べる。

1) 効用関数を客観的要因と主観的要因に分離する考え方

住宅立地におけるヘドニック分析の考え方は式(1)の効用関数 u と式(2)の予算制約式で表される。効用関数は通常のミクロ経済学で示される表現と同様な合成財の消費量 x と都市空間の構成要素のレベルを表すベクトル h で構成される。 y は予算制約、 $p(h)$ は地価を表す。 x の価格は1とする。土地属性 h に関して効用を最大化した結果とつけ値を最大にする点が一致することによって地価関数が導かれている。

$$u(x, h) \quad (1)$$

$$s.t. \ y = x + p(h) \quad (2)$$

ここで提案する効用関数を式(3)(4)に示す。従来の効用関数に加え、地価に十分に反映されない公共空間設計に対する評価等を表す心理要素 $v(h)$ で形成されたと考えた。

$$U = u(x, h, v(h)) \quad (3)$$

$$s.t. \ y = x + p(h) \quad (4)$$

この効用関数を通常の効用関数 u と心理要因 v の合

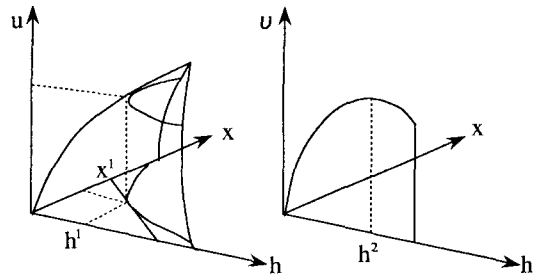


図-2 効用関数 u の曲面 図-3 効用関数 v の曲面
成関数として式(5)で表す。

$$U = \mu u + (1 - \mu)v \quad (5)$$

μ は効用 u と地価に反映されない消費者の心理的評価によって得られる効用 v の配分を表す。また $v(h)$ は h の消費量による所得制約を受けない効用と考えた。 u と v を図示すると図-2、3のようになる。次に(4)(5)式を式(6)~(9)の様な関数に特定化した。

$$u = \alpha \log x + (1 - \alpha) \log h \quad (6)$$

$$v = \gamma \log h \quad (7)$$

$$p = \theta h \quad (8)$$

$$y = x + \theta h \quad (9)$$

α 、 γ 、 θ はパラメータである。ここで U を h に関して最大化すると、

$$\frac{\partial U}{\partial h} = -\mu \frac{\theta \alpha}{y - \theta h} + \mu \frac{1 - \alpha}{h} + (1 - \mu) \frac{\gamma}{h} \quad (10)$$

を得る。よって U を効用最大にする x^* 、 h^* の組み合わせは

$$x^* = y \frac{\alpha}{1 + \mu' \gamma} \quad (11)$$

$$h^* = \frac{y}{\theta} \frac{1 + \mu' \gamma - \alpha}{1 + \mu' \gamma} \quad (12)$$

ここで $\mu' = (1 - \mu) / \mu$ とする。この点における μ は式(13)で表され、高所得になるほど、社会的効用 v に重点を置くこととなる。これを図で表すと図-4のようになり、所得制約下での効用最大化理論とは趣きを異にする。 u のみの消費量 h_1 と v のみの消費量 h_2 の間で、 μ によって h^* の消費は決定される。

$$\mu = \frac{\gamma(y - \theta h)}{(\gamma - 1)(y - \theta h) + \alpha y} \quad (13)$$

次に h^* における $\bar{U}$ を x について陽表的に表現すると、

$$x = \exp(\bar{U}) h^{\frac{\alpha - 1 - \gamma \mu'}{\alpha}} \quad (14)$$

ここで μ および $\bar{U}$ は定数である。 $\gamma' = 1 + \gamma \mu'$ とし、 h^* における限界代替率 Δ を求めると、

$$\Delta_h = \theta^{\frac{\gamma}{\alpha}} \exp(\bar{U}) \left(\frac{\alpha - \gamma'}{\alpha} \right)^{\frac{\gamma}{\alpha}} \left(\frac{\gamma'}{\gamma(\gamma' - \alpha)} \right)^{\frac{\gamma}{\alpha}} \quad (15)$$

となり、これを図-5に示す。新しい限界代替率となる。すなわち、この傾き Δ が空間価値のパラメータとなることがわかる。よって地価関数のパラメータ θ との関係は、

$$\theta = \Delta^{\frac{\alpha}{\gamma}} \exp\left(-\frac{\alpha}{\gamma} \bar{U}\right) \left(\frac{\alpha - \gamma'}{\alpha} \right)^{\frac{\alpha}{\gamma}} \left(\frac{\gamma(\gamma' - \alpha)}{\gamma} \right) \quad (16)$$

となり、右辺の Δ 以外を $\exp(m(\gamma'))$ なる関数で表し、対数変換を行うと式(17)で示される。

$$\log \theta = \frac{\alpha}{\gamma} \log \Delta + m(\gamma') \quad (17)$$

式(17)に h を乗じ、 α/γ' を $\lambda(\gamma)$ 、 $h \cdot \ln \Delta$ を η で表せば、式(18)のようになる。ここで P は地価、 η は空間価値である。

$$p = \lambda(\gamma') \eta + m(\gamma') h \quad (18)$$

以上、従来の効用関数の考え方を拡張して、地価と空間価値の関係を示した。その他、いくつかの理論展開も考えられる。以下に簡単ではあるが効用関数および制約条件が従来とは異なった考え方を示す。

2) 心理的な予算制約による考え方

ここでは式(2)の予算制約式を式(19)のように考えた。

$$\Phi = x + \eta(h) \quad (19)$$

予算 ϕ の考え方は将来の期待予算や消費者の属性によって異なる考え方を示している。例えば、利用可能な資金は現在所有している資産と借入可能な資金に分かれており、借入によって得られる資金は消費者のステイタスや購入意欲によって変化するものと考えられる。購入意欲は消費者心理によって左右されるものであり、空間評価 η が高ければ、予算制約も変化するものとする。

3) 潜在的な空間価値による地価の形成

地価は潜在的な空間価値によって形成されると考えると、地価は式(20)、空間価値 η は式(21)で表される。

$$p = \lambda \eta + \varepsilon \quad (20)$$

$$\eta = \xi(h) \quad (21)$$

ここで η は空間価値を表す。 λ はパラメータ、 ε は地価の独自要因によって決まる部分である。また $\xi(h)$ は空間構成要素 h によって表される利便性や快適性などの心理量を表している。このように考えると、式(1)の効用関数は、以下のように書き改められ、空間価値の高い土地を選好する効用関数となる。

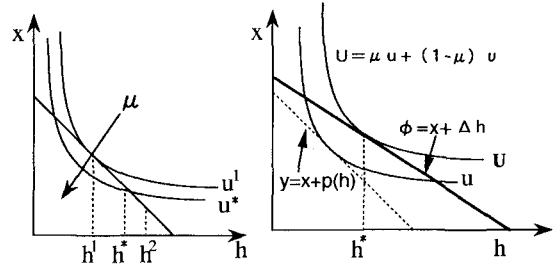


図-4 μ と無差別曲線の関係

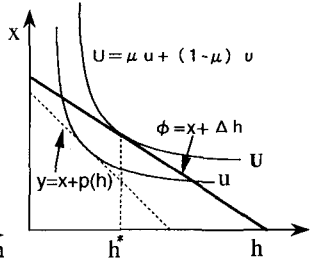


図-5 心理要因を考慮した空間価値の傾き Δ

$$u(x, \eta) \quad \text{s.t. } y = x + p(\eta) \quad (22)$$

以上、立地主体の心理的效果を反映した空間価値の理論化を試みた。

5. おわりに

共分散構造分析を通じて、空間価値の考え方と解釈、既存分析から得られた知見の整理、さらに空間価値の理論化を試みた。公共施設の費用負担の合意形成に際して、立地主体の知覚する因子を分析に取り込む視点は重要であり、従来とは異なった行動理論からアプローチする意義は高いと考えられる。

今後は実証的には立地主体の心理要因が空間評価値へ及ぼす影響を詳細に検討すること。短期的サービスであり、微少な改善による立地主体の効用変化が空間価値に与える影響を把握すること。不完全な土地市場におけるより精緻な空間価値分析のフレームを作成すること。さらに理論的にはヘドニックモデルの拡張モデルとして、より妥当性の高いモデル構造の理論づくり、土地利用モデル的な視点から立地量と空間価値の関連を共分散構造モデルによって簡便に表現するための理論化などがあげられる。

【参考文献】

- 1) 屋井・岩倉・伊藤：需給特性を用いた住空間評価のヘドニック分析法、土木計画学研究・論文集9、pp253-260、1991
- 2) 屋井・岩倉・洞：商業集積地における地価構成要因に関する研究、土木学会論文集NO.449/IV-17、pp87-96、1992
- 3) 坂下昇：住宅価格に関するヘドニック・アプローチの理論、日交研シリーズA-110、pp60-71、1987
- 4) 肥田野登：ヘドニック・アプローチによる社会資本整備便益の計測とその理論、土木学会論文集NO449/IV-17、pp37-46、1992
- 5) 林良嗣：住宅立地モデルへのつけ値概念の応用、土木計画学雑誌NO.18、pp47-58、1984
- 6) K. Joreskog, D. Sorbom: LISREL7 A Guide to the Program and Applications, SPSS INC., 1988