

67. 鉄道高架化が都市環境に及ぼすインパクトについて

— 交通利便性を中心とした立地条件に着目して —

京都大学工学部交通土木工学教室 天 野 光 三

○ 同 上 戸 田 常 一

京都大学大学院工学研究科 近 藤 光 男

- 1 はじめに
- 2 都市活動立地に関する評価要因の構造分析
- 3 鉄道高架化計画の代替案
- 4 各種都市活動からみた計画案の評価
- 5 おわりに

1 はじめに

鉄道高架化は、平面鉄道線路による市街地の遮断を解消して連続した市街地をつくり出すとともに、踏切の存在による交通の不便を除去して都市内の交通を円滑にする。これにより、業務・商業・工業などの都市活動や住宅などの生活活動の立地条件に対して大きな影響を及ぼす。(以下、本文では生活活動を含めて「各種都市活動」と総称する。)本研究では、鉄道高架化がこれらの広義の都市環境に及ぼすインパクトを、各種都市活動の立地条件に対する効果に着目して予測・評価するための1つのアプローチを提案する。さらにこの方法を、全長約15kmという大規模な鉄道高架化計画をもつ姫路市に適用して有効性を検討する。

図-1に本研究の全体構成を示す。以下、この全体構成のうち、都市活動立地に関する評価要因の構造分析、鉄道高架化に関する代替案、各種都市活動の立地条件からみた計画案の評価のそれぞれにつき、図中に示すように2、3、4の各章で説明する。

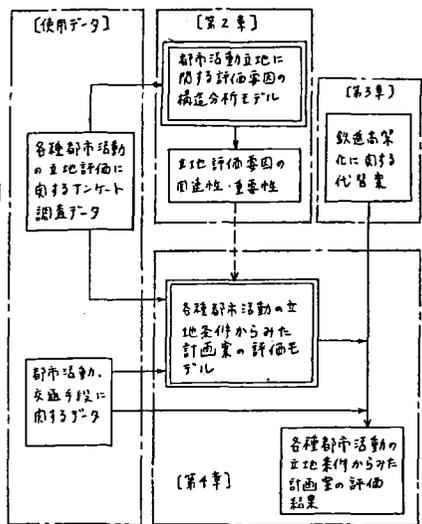


図-1 本研究の全体構成

2 都市活動立地に関する評価要因の構造分析

2-1 概説

業務・商業・工業・生活などの都市内の諸活動が市内のどこに立地するかについては様々な要因が影響を及ぼしているが、ここではそれらの要因を抽出し、それらの要因の構造を分析する。その場合、本研究は鉄道高架化の効果の評価が目的であるから、各種交通手段による交通利便性が各活動の立地要因として、他の要因とどのような関係にあるかの検討に焦点をあてる。

2-2 評価要因の分析のためのデータ

分析にあたっては、昭和53年11月に姫路市が実施したアンケート調査のデータを用いる。この調査は、業務・商業・工業については企業主・経営者、生活については世帯主という各活動主体を対象として、立地条件に関する評価を意識面から調べたものである。アンケート調査票は、業務・商業・工業・生活環境の4種類の様式が作成され、すべての調査票で被験者のフェイスシートおよび立地評価に関する質問項目が設けられている。立地評価の質問形式は、重要と考えられる評価項目を網羅的に設定し、各項目に対して満足度、切実度、さらに総

合満足度がアイテム・カテゴリー反応の形で設定されている。

アンケート調査の配布・回収の方法と結果を表-1に示す。なお、被験者のサンプリングにあたっては、調査目的や予算・調査期間の制約から、回収サンプルのバラツキを極力避けるように、調査対象校区の選定・その中で被験者の抽出という2段階抽出法を採用している。

種類	対象地区	アンケート抽出率	配布回収形式	配布数	回収数	有効回収率(%)
業務	城美 城南 船場 手柄 飾磨	42.3%	郵送	300	146	132 (48%)
商業	城美 城南 船場 手柄 飾磨	25%	郵送	500	191	169 (34%)
工業	船場 手柄 飾磨 東	100%	郵送	374	136	114 (30%)
生活	城西 城北 安室 美賀保 旭陽	3.0%	婦人達合 会を通じ	575	539	524 (91%)

表-1 被験者のサンプリングとアンケート調査票の配布・回収

2-3 評価要因の分析方法の概要

ここではまず、都市活動の立地に大きな影響を及ぼすいくつかの要因を抽出し、それらの要因の関係を分析することによって、交通利便性が他の評価項目とどのような関連をもつかを検討する(これを評価項目間の関連分析とよぶ)。次に、各立地要因がそれぞれの都市活動にとってどの程度の重要性をもつかを分析することによって、交通利便性のもつ重要度を検討する(これを各評価項目の重要性の分析とよぶ)。分析は、図-2に示す手順によって、業務・商業・工業・生活の各種都市活動ごとに行なう。

① 評価項目間の関連分析

評価項目間の関連をみるために、まず、各項目に対する満足度をデータとして因子分析を行なう。これによって、立地評価で重要ないくつかの因子が導かれ、またそれらの因子に対する各項目の因子負荷量を求めることができる。次に得られた因子負荷量をデータとしてクラスター分析を実施し、評価項目をいくつかのグループに分類する。さらに、満足度からみた項目間の相関係数を求めて項目間の関係を検討する。これらの作業によって評価項目の関連を、項目間および項目グループ間の両者の点から検討することができる。

② 各評価項目の重要性の分析

一般に評価項目の重要性を検討する場合には、設定した評価項目によって各活動の立地要因のすべてを説明でき(Complete)、項目間に重複がなく(non-redundant)、しかももっとも少ない項目数である(minimum size)ように事前に評価項目を整理しておく必要がある。ところで、アンケート票では立地要因として考えられる項目は一応網羅しているので、評価項目の設定にあたっては評価項目の重要性と関連性の2側面から検討を行なう。

まず、評価項目の重要性の検討では、項目数をできるだけ少なくするために、比較的重要な項目を選定する。具体的には各項目の切実度のデータを用いて、計量心理学の一手法である継次カテゴリー法¹⁾による分析を行なう。これによって各項目を重要性の面から次元尺度上で順序づけることができ、さらに切実度の程度を表わす各カテゴリーの境界値を同一の尺度上で求めることができる。

次に、上述の検討で選定した項目について相互の関連性を検討し、評価項目間に選好上の重複がないようにする。具体的には各項目の満足度をデータとして、前述の評価項目間の関連分析と同じ方法を用いて分析する。

以上の分析によって、各活動の立地評価にとって重要であり、かつ選好上独立な評価項目が選定できるが、最

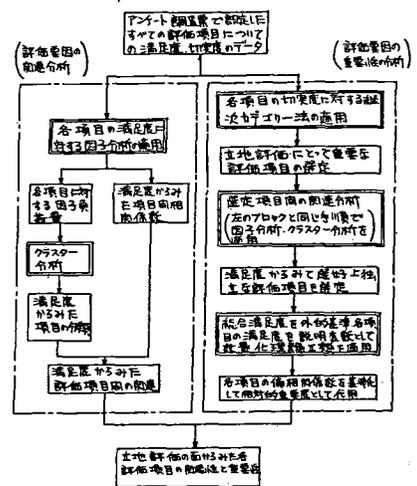


図-2 立地評価要因の構造分析の手順

後にこれらの項目間の相対的重要度を求める。そのために、総合満足度を外的基準とし、選定した各項目の満足度を説明変数として、数量化理論Ⅱ類による分析を行なう。分析によって各項目に対して偏相関係数が得られるが、その総和が1.0になるように基準化したものを相対的重要度として用いる。

2-4 分析結果とその考察

分析は業務・商業・工業・生活の各活動について行なったが、ここでは分析結果の詳細は業務についてのみ説明し、他の活動に対しては最終的に得られた評価項目間の相対的重要度のみを計算結果として示すにとどめる。

① 評価項目間の関連分析

業務アンケート票には表-2に示す10個の評価項目を設けている。この表には同時に、各項目の満足度および総合満足度のアンケート結果のデータを用いて因子分析を行なった結果の因子負荷量も示してある。この分析によって、解釈の可能な4つの因子が得られたが、これらは業務活動にとって重要な要因を表わしているものと考えられる。次に、表-2の因子負荷量をデータとしてクラスター分析を行なった結果と、項目間の相関係数を用いて評価項目の関連性を図示したものが図-3である。この図から、マストラや自動車の利便性は、他の項目と密接に関連して業務活動の立地に大きな影響を及ぼしていることがわかる。

項目番号	項目内容	I	II	III	IV
1	周辺の道路の交通渋滞	0.04	0.02	0.45	0.05
2	幹線道路からみた自動車利用の便利さ	0.29	0.02	0.79	0.11
3	バスや鉄道の利用の便利さ	0.78	-0.01	0.17	0.18
4	社員・職員の通勤の便利さ	0.91	-0.08	0.16	-0.02
5	駅利用手との連絡の便利さ	0.68	0.11	0.19	0.19
6	銀行・郵便局その他の公共への近さ	0.48	0.07	-0.07	0.09
7	宣伝の面からみた事業所前の歩行者数	0.24	0.08	0.15	0.36
8	自動車の駐車	-0.12	0.25	0.31	0.30
9	事務所の前庭の広さ	0.12	0.32	-0.01	-0.02
10	事務所の賃借料、維持費の負担	0.12	-0.08	0.05	0.00
5	総合満足度	0.52	0.38	0.33	0.46
	関 有 数	3.07	1.05	0.78	0.45
	解 説	マストラの便利さ	事務所の広さ	自動車の便利さ	事務所の賃借料

表-2 因子分析による各項目の因子負荷量〔業務〕

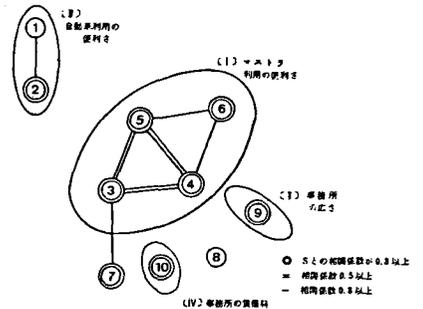


図-3 評価項目の関連性 (全項目)〔業務〕

② 各評価項目の重要性の分析

まず、評価項目の選定に関する分析結果をまとめる。図-4は、各項目の切実度に関するアンケート結果をデータとして継次カテゴリー法を適用した結果である。各項目は重要度の面から一次元尺度上に順序づけられているが、ここでは尺度構成値が0.20以下で改良が望まれている7つの項目を選定する。次に、選定した評価項目間の関連を分析した結果を図-5に示す。項目3, 4, 5が密接に関連しているが、交通利便性の重要度の検討という目的を考慮して、ここでは交通手段の利便性を直接表わしている項目3を選定項目として採用する。

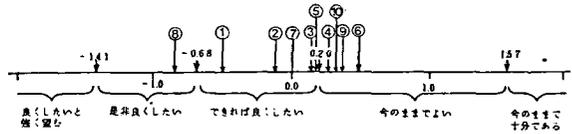


図-4 継次カテゴリー法による重要性の面からの項目〔業務〕

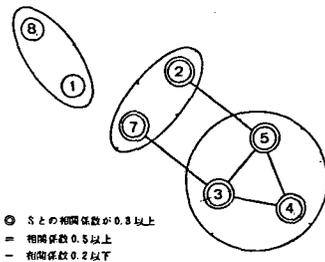


図-5 評価項目の関連性 (選定項目)〔業務〕

次に、重要度の面から選定した7つの項目を関連性の面から5つに限定したが、これらの項目間の相対的重要度を求めるために、数量化理論Ⅱ類による分析を行なった。その結果を表-3に示す。これによると、項目2, 3の相対的重要度は、それぞれ0.14, 0.33と比較的高く、業務活動の立地評価にとって交通利便性が重要な役割を果していることがわかる。

以上は業務活動に関する分析であり、このほか商業・工業・生活の各活動に対しても、上述と同様な分析を行なった。そのそれぞれについての説明は省略するが、最終的に各評価項目の

項目番号	項目内容	レンジ	偏相関係数	相対的重要度
1	周辺の道路の交通渋滞	0.91	0.21	0.19
2	幹線道路からみた自動車利用の便利さ	0.54	0.15	0.14
3	バスや鉄道の利用の便利さ	1.37	0.36	0.33
7	宣伝の面からみた事業所前の歩行者数	1.03	0.26	0.24
8	自動車の駐車	0.49	0.12	0.10

表-3 数量化理論Ⅱ類による各項目の重要性〔業務〕

相対的重要度を表-4にまとめる。この分析結果から、マストラや自動車の利便性は、商業・工業・生活の各活動にとっても立地評価の上で重要な役割をもつと言える。

3 鉄道高架化計画の代替案

姫路市では、中央市街地を山陽本線・播但線・姫新線などの国鉄各線が地平レベルで貫通しているため、一体的な市街地の形成が阻害されている。また、踏切や陸橋における道路の渋滞のため、特に南北方向の交通に支障がある。姫路市では昭和47年に国鉄高架化構想を立ててその推進に努力しているが、本研究では図-6に示すように独自に姫路市を対象とした鉄道高架化の1つの計画案を作成した。この図は姫路市における幹線的な道路網を示し、現在、●○■▲の踏切や陸橋で交通渋滞が生じている。しかし、鉄道高架化の実現によってそのうち●■▲の箇所、交通渋滞の大巾な緩和が期待できる。また、このような道路交通の改善は、自動車の利便性を高めるだけでなく、バスの走行速度の向上を通じてマストラの利便性を高める。マストラの利便性の改善効果については過去に発表している²⁾ので、以下では鉄道高架化が各種都市活動における自動車の利便性にどのようなインパクトを及ぼすかを検討する。

4 各種都市活動からみた計画案の評価

4-1 概説

ここでは、3で設定した鉄道高架化の計画案を各種都市活動の交通利便性に着目して評価する。なお、2の分析により既に交通利便性は各種都市活動にとって重要な立地要因であることが明らかになっており、中でも自動車の利便性は業務・商業・工業の諸活動に対して重要な要因であった。そこで以下では、鉄道高架化が業務・商業・工業にとって自動車の利便性をどのように変化させるかをみることにし、鉄道高架化の効果を評価する。

4-2 評価の手順と基本単位

図-6に示すように鉄道高架化によって影響を受けると考えられる姫路市の8km×6kmの区域をとりあげ、48個の1kmメッシュを評価の基本単位とする。評価は図-7に示す手順によるが、まず、現状の道路条件と鉄道高架化計画案の両者(以下、この両者を代替案とよぶ)について各メッシュのアクセシビリティを都市活動別に求める。次に、アクセシビリティと交通利便性との間に都市活動別に評価関数を構成し、その関数を各メッシュにおける高架化前後のアクセシビリティに適用することによって、各代替案の交通利便性をメッシュ別・都市活動別に求める。鉄道高架化によるインパクトは、高架化前後の交通利便性の差異を求めることによって検討でき

都市活動	項目番号	項目内容	相対的重要度	全項目数	選定項目数
商業	3	自店・自動車利用の便利さ	0.18	15	5
	5	店への道路へのアクセスの安全	0.26		
	9	商店街としての密着性効果	0.23		
	11	客の自動車への駐車	0.18		
工業	13	場所の発展の見通し	0.03	16	6
	1	自動車利用の便利さ	0.20		
	2	周辺道路の渋滞	0.16		
	9	周辺住民の生活環境への配慮	0.11		
	11	工場排水や廃棄物の処理	0.14		
	13	工場敷地の広さ	0.27		
工場	16	工場敷地以外の自動車への駐車	0.12	32	7
	1	バスの便利さ	0.15		
	10	商店街への近さ	0.10		
	11	宗廟・支所への近さ	0.16		
	18	自動車による騒音・振動	0.16		
	25	運河のそばにあり	0.20		
	27	自然災害	0.09		
29	住居の広さ	0.14			

表-4 立地評価からみた各項目の重要性 [商業・工業・生活]



図-6 現在の道路網と鉄道高架化の計画案

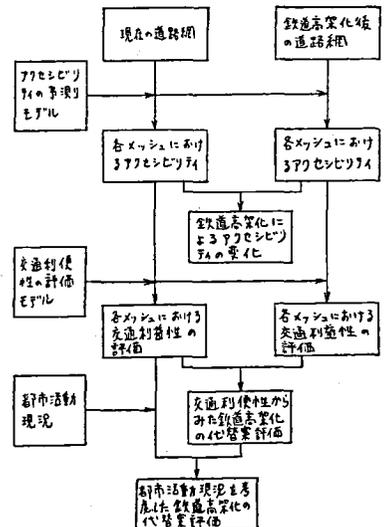


図-7 鉄道高架化の代替案評価の手順

る。本研究ではさらに、各メッシュにおける各種都市活動の水準を考慮することによって現在の道路条件で交通利便性に問題のあるメッシュを見出し、鉄道高架化がそれらのメッシュの改善にどの程度寄与するかを検討する。

4-3 各メッシュにおけるアクセシビリティの算定

アクセシビリティは一般に“ある地域から他のすべての地域へ向ける都市活動の相互作用の容易さ”と定義でき、各種都市活動の交通利便性の説明指標として用いることができる。ここでは自動車利用によるアクセシビリティを式(1)のように定める。

$$A_j^k = \sum_i \{ P_i^k / (T_{ij})^S \}, j=1, 2, \dots, 48. \quad (1)$$

ただし A_j^k : メッシュ j における活動 k のアクセシビリティ

P_i^k : メッシュ i における活動 k の水準

T_{ij} : メッシュ i, j 間の時間距離

S : 抵抗パラメータ

k : 業務, 商業, 工業を区別する指標

なお、メッシュ間の時間距離は、道路混雑を考慮せず式(2)を用いて最短時間距離として求めた。

$$T_{ij} = TR_{ij} + TC_{ij}$$

ただし TR_{ij} : 自動車の走行時間

TC_{ij} : 踏切や陸橋における自動車の損失時間

間の合計

抵抗パラメータ S の推定は、S の値を何通りかに設定してアクセシビリティを求め、そのうちアンケート調査で得た各メッシュの交通利便性の満足度をもっとも良く説明するアクセシビリティを検討することによって行なう。分析の結果、パラメータ S の値として業務では 1.0、商業と工業では 2.8 が得られた。また、変数 P_i^k 、 TR_{ij} 、 TC_{ij} について用いたデータの内容を表-4 にまとめる。

以上の前提のもとで各代替案についてアクセシビリティを求めたが、図-9 に高架化前の道路網に関する各メッシュのアクセシビリティを示し、図-10 に鉄道高架化による各メッシュのアクセシビリティの変化を示す。

4-4 各メッシュにおける交通利便性の評価

各メッシュにおける交通利便性を評価するためには、アクセシビリティと交通利便性との間の関係を求める必要がある。そのためには、アンケート調査で得られた各メッシュの交通利便性の満足度と、図-9 に示すアクセシビリティの2種類のデータを用いて回帰分析を行ない、アクセシビリティを説明変数とした交通利便性の評価関数を構成すること

		使用データとその作成	
各種都市活動の水準 (P_i^k)	業務	金融・保険業、不動産業、運輸・通信業 電気ガス・水道業、公務員・従業員	
	商業	卸売業、小売業、サービス業の従業員	
	工業	建設業、製造業の従業員	
メッシュ i, j 間の走行時間 (TR_{ij})	道路混雑は考慮せず、地図上で求めらるる最短時間を用いる。なお自動車の速度は 20 km/h とする。		
踏切・陸橋における損失時間 (TC_{ij})	踏切平均遮断時間と踏切における加速減速による損失時間を考慮して全線路別に算出する。また、陸橋における停滞時間は踏切の場合の半分とする。		

表-5 使用データとその作成

〔業務〕 (単位 100)										〔商業〕										〔工業〕									
1	7	7	7	15	24	21	9	8	184	18	24	45	38	59	29	11	126	17	22	29	27	29	54						
4	9	29	32	27	85	29	15	102	144	119	94	161	95	91	197	130	126	112	88	115	42	122	208						
2	1	8	34	494	34	75	14	10	9	39	240	1907	1904	618	185	14	1	41	894	811	359	632	204						
3	2	9	26	62	154	54	15	10	8	52	170	808	1246	277	26	18	11	71	142	596	549	239	69						
5	4	7	19	28	17	1	1	25	25	40	177	348	36	2	1	29	35	84	122	249	128	7	7						
6	2	11	40	5	1	1	1	35	9	22	110	19	8	1	9	44	17	79	248	84	11	7	11						

図-8 現在の道路網における各メッシュの自動車によるアクセシビリティ

〔業務〕 (単位 100)										〔商業〕										〔工業〕									
							1							2	6	1				1	1	1	12	2					
				1		2				1	2	1	8	4	19	1				9	2	1	2	24	2				
				1	12	17	8	1			2	6	78	148	9	1				2	19	28	29	9					
				1	2	6	6	1			2	7	14	9	24	9	8			2	9	12	6	14	19				
				1	1	1					1	4	4	4	2	2				1	4	6	6	2	1				
				1							1	1	2			1				2	6								

図-9 鉄道高架化による自動車のアクセシビリティの変化

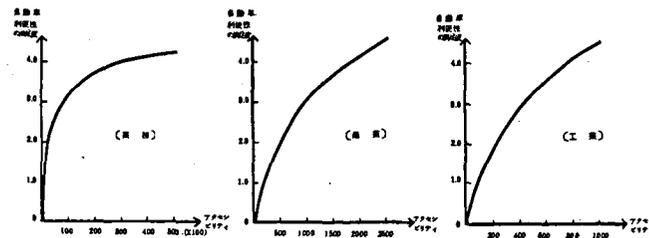


図-10 都市活動別の自動車の利便性の評価関数

とが考えられる。しかし、本研究では交通利便性の満足度に関するデータが限られているため、回帰分析は行わず、得られているデータのみを用いて図-11に示すようにグラフ上で評価関数を描いた。これらの関数は各種都市活動にとってどの程度のアクセシビリティが望まれるかを示したものである。

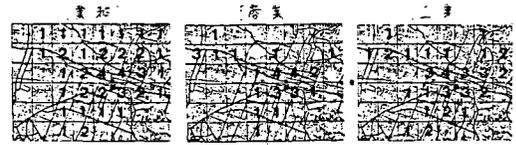


図-11 現在の道路網における自動車の利便性の

次に、図-11の3種類の評価関数を用いて高架化の前後でメッシュ別に求めたアクセシビリティを評価した。図-12は、それによって得られた高架前の道路網に関する自動車の利便性をメッシュ別に示したものである。

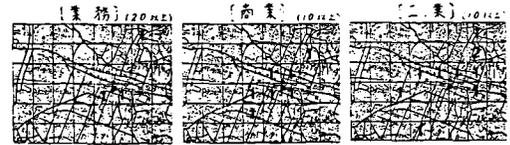


図-12 鉄道高架化による自動車の利便性の向上

また、図-13に鉄道高架化によって各メッシュで自動車の利便性がどのように変化するかを示す。



図-13 鉄道高架化による自動車の利便性の向上

最後に、業務・商業・工業の各活動の立場を同時に考慮するために図-14を作成した。この図は、鉄道高架化によって各メッシュでどのような都市活動に対して自動車の利便性が向上するかをまとめたものである。

4-5 都市活動現況を考慮した交通利便性の評価

以上の交通利便性の評価は、各メッシュにおける都市活動の現況に関係なく、仮に業務・商業・工業などの活動が営まれるならばどれほどの交通利便性を享受できるかの検討である。しかし、実際に交通利便性を評価する場合には、各種都市活動の現況を考慮することも必要と考えられる。そこでここでは、現在の都市活動水準が高いにもかかわらず、交通利便性が低いメッシュは、交通条件に問題があるものと考え、鉄道高架化がこのようなメッシュの改善にどの程度寄与するかを検討する。

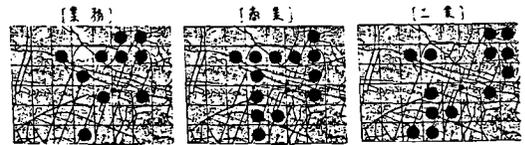


図-14 自動車の利便性に問題のあるメッシュ

まず、図-15は自動車の利便性が比較的問題となるメッシュを示したものである。この図は、業務・商業・工業の従業人口が500人以上で各活動の水準が比較的高いメッシュと、図-12において評価ランクが1または2で自動車の利便性が比較的低いメッシュをオーバーレイして作成した。



図-15 鉄道高架化によって自動車の利便性の問題点が改善されるメッシュ

次に、鉄道高架化が図-15に示すメッシュをどの程度改善するかをみるために、図-13の鉄道高架化のインパクトを考慮して作成したものが図-16である。

5 おわりに

本研究においては、鉄道高架化が都市環境に及ぼすインパクトを、業務・商業・工業・生活などの各種都市活動の立地条件に着目して評価するための1つのアプローチを提案し、姫路市をケース・スタディとして実証的に検討した。しかし、アクセシビリティの算定や交通利便性の評価の際に、主としてデータの制約からいくつかの前提を設けており、得られた結果もその精度に若干の問題はある。そこで、今後はデータの整備を進めると共に、方法論をいっそう充実したものにすることが必要である。

〔参考文献〕1) 吉田正昭：心理統計学，丸善，1976。

2) 戸田・天野・近藤：鉄道高架化が都市活動の立地評価に及ぼす効果について，第34回年次学術講演概要集，第IV部，土木学会，1979。