

密接関連性に着目した街路整備によるネットワーク形成に関する定量評価分析

戸松 稔*・西井和夫**・津島康弘***

本研究は、都市内整備街路と既存街路との道路利用形態にかかわる関連の程度を「密接関連性係数」として定義し、街路整備によるネットワーク全体への影響を定量的に評価するまず「密接関連性」の考え方について補完的・代替的關係を把握できる係数の定義を明らかにし大阪市の整備街路に対する密接関連性の算定を行う。次に、主成分分析の適用によって密接関連性の支配要因の抽出するとともに、街路網全体への影響を評価した。

Key Words : network-connectivity, street improvement, network-evaluation

1. はじめに

都市内街路は、交通処理機能を中心として、空間機能、防災機能そして都市構造の誘導とその骨格形成にかかわる市街地形成機能など多岐にわたる機能を有する。また、都市内街路の整備の目的は、これらの多様な諸機能の強化・向上をはかり、良好な市街化を形成し都市的活動の円滑化を促すことにあるが、そのためには街路整備効果的的確に把握される必要がある。

従来より筆者らは、街路整備効果分析の中でその波及フローの全体像¹⁾を示すとともに、その中で街路整備に特徴的な沿道市街地形成効果、さらには本論に関係するものとして、周辺の街路網への影響を扱うネットワーク形成効果についてもその基本的な検討を加えてきた。ここでネットワーク形成効果とは、直接的には整備街路と周辺街路とで構成されたネットワーク全体における交通流動の円滑化に関する効果を指す。この効果は、最終的には整備効果を楽しむ沿道他の道路に対する優位性の向上を促し、ひいては都市全体の土地利用変化(市街化)に寄与するものと期待できる効果である。

本研究は、これらの街路整備効果分析に関する諸研究の延長線上に位置づけられる。すなわち、道路の整備効果の議論の中で市街化形成効果は、特に街路に特徴的であるという認識に立ち、整備街路の沿道の土地利用変化を扱う沿道市街化形成効果^{2)~5)}と上述のように周辺街路に発現するネットワーク形成効果に大きく分けて取り扱ってきた。本論文は、このうちの後者に関わる部分が多い。これまでの研究⁶⁾では、後述の密接関連性係数の定義式の検討と周辺街路沿道への市街化に及ぼす影響把

握を中心としていたが、本論文では交通流動面からのネットワーク形成の評価というより直接的効果、すなわち街路が整備されたときにそれに密接に関連する周辺街路でどのような交通流動上の変化が生じるかという街路相互の関係を定量的に評価することを目的としている。

この研究目的の達成のために、本論では従来の都市高速道路の料金体系の議論で扱われた「密接関連性」の考え方に着目している。この考え方は、もともと都市高速道路の新設路線の料金体系を設定するにあたり、既存道路網とのプール採算制が適合するか否を判断する基準として用いられていた^{7),8)}が、ここでは街路整備によるネットワーク形成に関する定量化指標として活用することとし、大阪市内の街路網における整備路線のいくつかを対象とした分析を試みることにする。

本論文の構成を述べると、まず次節で密接関連性係数の定義を明らかにし、分析対象整備街路を主体区間、既存街路を客体区間とした街路と既存街路との「密接関連性係数」を算定することにより、代替的あるいは補完的な関係の程度を実証的に明らかにしていく。また、街路整備前後で交通流動の変化がみられた路線に対して、その路線(既存路線)を通過する交通がどのように変化したのかを各路線の交通を質と量の両面から把握するために主成分分析の適用を行っている。そして、これらの検討を踏まえて、密接関連指標の応用例として街路整備によるネットワーク形成への影響評価分析を試みる。

2. 密接関連性に関する検討

(1) 密接関連性係数の定義

今、新設路線の整備前後における交通量変化に着目すると、整備街路(主体区間)と既存街路(客体区間)との間には次の2つの関係が考えられる。

(代替的關係) 整備路線が供用されることにより既存路線の交通量が整備路線に転換し、既

* 正会員 工博 (株) 地域・交通計画研究所
(〒540 大阪市中央区北浜東2-19 橋本センタービル8F)

** 正会員 工博 山梨大学助教授 工学部

*** 正会員 山梨大学大学院 工学部

存路線の交通量が減少する関係。

(補完的關係) 整備路線が供用されることにより既存路線に新たな交通が派生し、既存路線の交通量が増加する関係。

「密接関連性係数」とは、基本的には着目する道路間の関連性の度合を、一方の道路が無いと仮定したときの、もう一方の道路の交通量の変化に基づき定義できる指標である。具体的な密接関連性係数の算定については従来より検討されている。例えば上述の料金体系のプール制に関連する定義式の検討ではプール制採択1/2という基準値との整合をはかることをねらいとした提案がなされた。また筆者ら(参考文献6参照)は、街路整備によるネットワーク形成効果を定量化するために、整備路線(主体区間)の全交通量に着目する方法あるいは主体区間の増減交通量に着目する方法などを検討した。ここでは、これらの諸検討を踏まえ増減する交通量(OD内訳)に着目する方法を用いる。その定義式を図-1に示す。

この方法は、起終点別に算出された交通量に着目することにより、代替的な交通と補完的な交通の混合を避け、これらをODペアによって別個に集計しようというものである。こうすることにより一つの路線でOD内訳によって代替性・補完性の両方の関係を有する場合に相殺することなく密接関連性係数を求めることができる。

なお、路線整備によって代替路線の交通量が減少し、さらにそれが2次的に他の路線の交通量を変化させるという影響があるが、密接関連性の定義の中では着目路線の有無による客体区間の交通量変化という形でこうした2次的変化を含めて考えている。

(2) 密接関連性係数の算定方法

密接関連性係数の算定においては、着目路線(区間)の整備前後における周辺路線(区間)の交通量の変化を知る必要がある。本検討では、これを交通量配分計算によって算出する。具体的には分割配分法にもとづく配分計算を行うことにより、まず何らかのネットワークを前提としたときの各リンクごとの交通量とOD内訳を算出する。次に同様の配分計算を着目路線のリンクを除いたネットワークのもとで行うことで、着目路線の整備前の状態のネットワークの交通量を仮想的に求める。この2つの配分計算から必要なデータが得られる。

ここでは、実用的な観点から分割配分法を用いているが、この方法によるOD内訳は厳密な意味では一意に解が定められる保証はない。これは分割回数や各リンクのQ-V特性に配分結果が依存するからである。しかしながら、本分析の目的は配分された交通量の特徴の中でネットワーク上の各リンクから見た場合のODパターンがネットワークの変化(具体的にはある対象リンクの整備前後における変化)によって、どのように影響を受けるかをとらえようとするところにある。この観点から

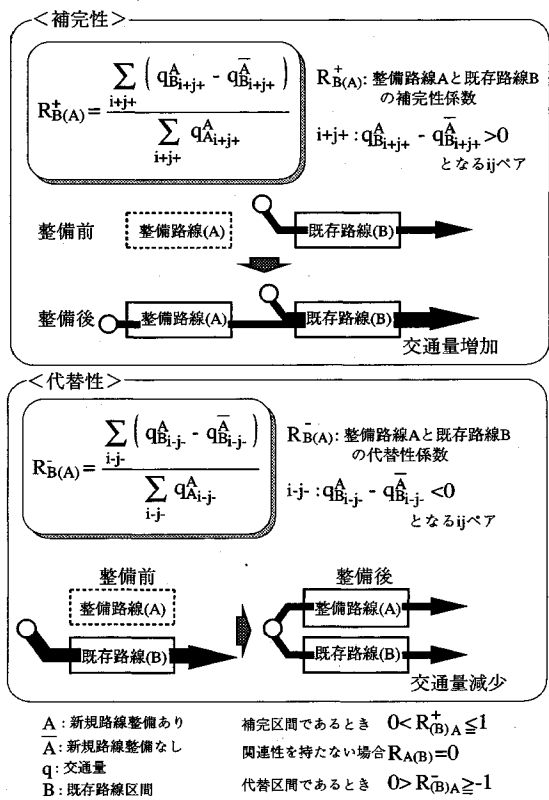


図-1 密接関連性の定義

すれば、例えば場合によっては需要配分にもとづくOD内訳を用いたケースでの検討も可能である。また、通常の実用的分割配分法を適用する場合には、分割回数やリンク条件の妥当性を現況の断面交通量の再現性検討を通じて判断する。もちろん、これは各リンクのOD内訳が正しいことを保証するものではないが、配分対象ネットワークに関する交通量配分結果が現実の交通流動をある程度再現し得ることを確かめているといえる。本分析で用いた配分システムもこのような観点から構築され、実際上の交通流動と整合した配分結果を得ていることを前提としている。結局本研究は、現実の交通需要が容量制約のもとで最短経路上を流動するとの仮定に立つことにより、この配分手法の適用を試みたといえる。

なお、このOD内訳算定で最も重要なことは、あらかじめ着目路線の区間、起終点となるゾーンの大きさの設定と集約方法である。本研究では、大阪・神戸を中心に近畿圏全体をカバーする道路網に対する交通量配分計算結果を用いながら、その中でとくに大阪市内の街路網に着目した検討を行う。この際、都市内街路では近隣のゾーン間の利用交通が主となり、これらは遠距離トリップに比べて経由するリンク数が少なく、主体区間がなくなったときの代替経路の選択数が少ないので、結果的に主体区間整備の影響を直接的に受けやすい。一方、遠距

離のゾーン間交通は、主体区間未整備の状態でも代替経路がいくつか存在するので、交通量全体の中では、主体区間整備による影響は近隣のゾーン間の短距離交通に比べて小さい。以上の点を考慮し、大阪市内ゾーンについては、最も細かなレベルのゾーニングをそのまま残し、それ以遠のゾーンでは、大阪市中心部から見た交通流動軸に沿って徐々にゾーンの大きさを大きく設定し、結局もともとの配分計算時における90ゾーンは37ゾーンに集約された。

(3) 密接関連性係数の算定結果

密接関連性係数の算定にあたっては、大阪市内の街路網(38路線)を構成する244リンクを客体区間とし、一方主体区間(整備路線)としては新庄大和川線(具体的には8区間)、長柄塚線(5区間)、東野田茨田線(4区間)そして築港深江線(3区間)の合計20区間を対象としている(図-2、表-1参照)。

表-2では、まず244リンクのそれぞれについて各主体区間に対しての密接関連性係数を算出し、それらの平均値(244リンク中の)を求めている。さらに密接関連性の空間的広がりや値に基づき、連続するいくつかの主体区間を集約した集約区間単位の平均値、そして整備路線全体(路線単位)での平均値を示している。これより、

1) 新庄大和川線では、主体区間単位での密接関連性係数値を比較するとき、いくつかの隣接する区間でほぼ同様の密接関連性の発現パターンをしている。一方これらを集約した集約区間単位では同一路線内であっても密接関連性の程度が異なって発現していることがわかる。これは、街路整備が路線単位で行われたとしても、その道路が供用されると、供用後にネットワークの中に組み込まれることにより、網の一部として交通を処理するために、必ずしも整備路線のどの区間においても周辺ネットワーク上の各リンクとの関連性がすべて共通的でないことを示唆している。

2) 他の整備路線における結果を眺めると、築港深江線の密接関連性係数値は新庄大和川線のそれと同じぐらいやや低めであるが、長柄塚線および東野田茨田線は全体的に係数値が高いといえる。また、この結果のうち東野田茨田線の第2区間において、代替性係数値が定義域を超えて算出されている。この代替性係数では、分母の転換交通量は主体区間と客体区間との間で交通量の転換がなされたODペアについて集計されるが、このときのODペアとは、主体区間の整備後で客体区間を流れる交通量のうちで減少した(すなわち、経路の変更がなされた)ものを指す。通常、こうした経路変更は第1分割配分目の段階で生じるから、転換交通量(分母の主体区間交通量 q_{A-r})以上の交通量変化が客体区間に現われることなく、代替性係数は定義域である $-1 \leq R_{B(A)} \leq 0$ は満たされる。一方、2回目以降において更新され

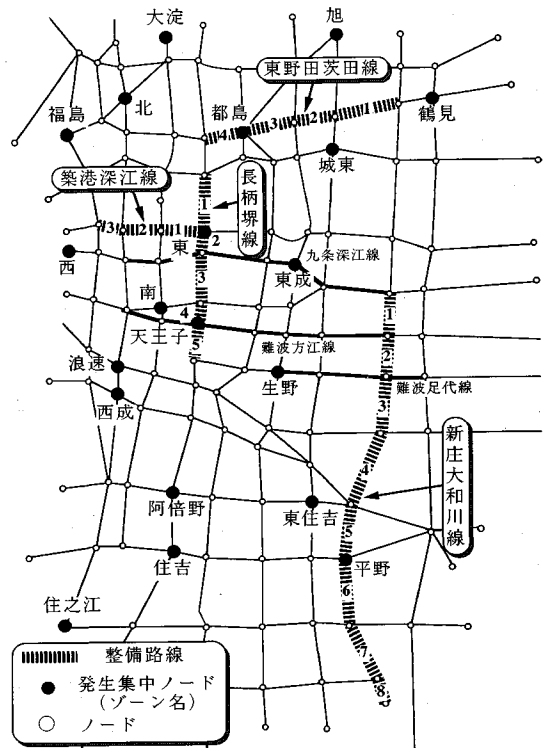


図-2 分析対象ネットワーク

た $Q-V$ 条件でのルート探索の結果、主体区間を含まない経路と客体区間との関係から分子交通量のみ変化する場合には、主体区間からの転換交通量以外のものが入るために本来の定義域を満足しないケースが起り得る。この問題は、後述する密接関連性にもとづくネットワーク評価に関する相対的密接関連性係数の検討に関連するので、後節にて改めて述べる。

次に、整備街路を路線単位で評価していくことが街路整備効果等を考える上で有効であるという視点から、密接関連性係数の路線単位による集約化を試みることにする。そこで、整備路線として新庄大和川線全区間を取り上げることとし、密接関連性が現れた周辺街路網内の路線について検討を行った。図-3は、新庄大和川線の8つの整備区間すべてに関して補完性および代替性のそれぞれの密接関連性が発現しているリンク(客体区間)を抽出し、これらのリンクの整備区間に対する密接関連性係数の平均値を求め、ネットワーク図に線の太さで図示したものである。これより、補完的影響は整備路線と連結している新庄大和川線北部やその路線と交差する路線上の区間で主として発現しており、さらには整備路線と平行な配置にある路線上の区間においても補完的な影響を受けていることがわかる。また整備路線北側の大阪市中心部に向かう路線の区間においても補完的な影響が強く発現していることから、都心部へのアクセス交通が新

表一 分析対象路線の概要

主体区間	位置	トリップ長 (km)	利用交通	混雑度	車線数	日可能交通容量 (台/日)	整備期間
新庄大和川線 (8区間)	大阪市東部の住工地区を南北に貫通	比較的長トリップ 26.13	・大阪市内と他の地域との内外交通 ・大阪市内ゾーンの通過交通	低い 1.335	北 6 南 8	43200 57600	昭和56年 ? 平成元年
長柄堺線 (5区間)	堺市から大阪市へのルート	短トリップ 17.60	都心へのアクセス機能(近郊ゾーンからのアクセス)	都心を中心に高い 2.356	8	57600	昭和41年 までに完了*
東野田茨田線 (4区間)	郊外(住宅,工業地)と商業地(大阪駅周辺)を結ぶ	中短トリップ 20.35	郊外から商業地区(駅周辺)へのアクセス機能	1.762	4	28800	昭和41年 までに完了
築港深江線 (3区間)	船場地区を中心に東部(住・工混在)と西部(工業地区)を結ぶ	中トリップ 22.60	長短両方のトリップが郊外から沿道商業地区に発生集中	1.762	6	43200	昭和44年3月

注) トリップ長と混雑度の数値は路線平均である。

*) 一部に昭和45年,昭和52年,昭和59年完了区間を含む。

表二 密接関連性係数の算定結果

	補完性		代替性		
	区間	集約区間	区間	集約区間	
新庄大和川線	0.5468	0.5079	-0.3753	-0.3560	-0.251
	0.4691		-0.3367		
	0.1079		-0.1834		
	0.1454		-0.2078		
	0.3382	0.1266	-0.2279	-0.1956	
	0.3304		-0.1925		
	0.2916		-0.1763		
	0.2773		-0.2108		
0.6501	0.3094	-0.3639	-0.2019		
0.4983		-0.3455			
0.5367		-0.2770			
0.5013		-0.4509			
0.5069	0.5617	-0.4978	-0.4743	-0.402	
0.5832		-0.6587			
0.6050		-0.5210			
0.8548		-0.5210			
0.3196	0.5832	-0.4369	-0.4369		
0.3196		-0.4369			
0.3196		-0.4369			
0.3196		-0.4369			
0.5832	0.5832	-0.6587	-0.6587	-0.539*	
0.6050		-0.5210			
0.8548		-0.5210			
0.3196		-0.4369			
0.2027	0.7299	-0.2002	-0.5210		
0.1535		-0.1605			
0.2500		-0.2871			
0.2500		-0.2871			
0.2021	0.544	-0.2002	-0.2159	-0.216	
0.1535		-0.1605			
0.2500		-0.2871			
0.2500		-0.2871			

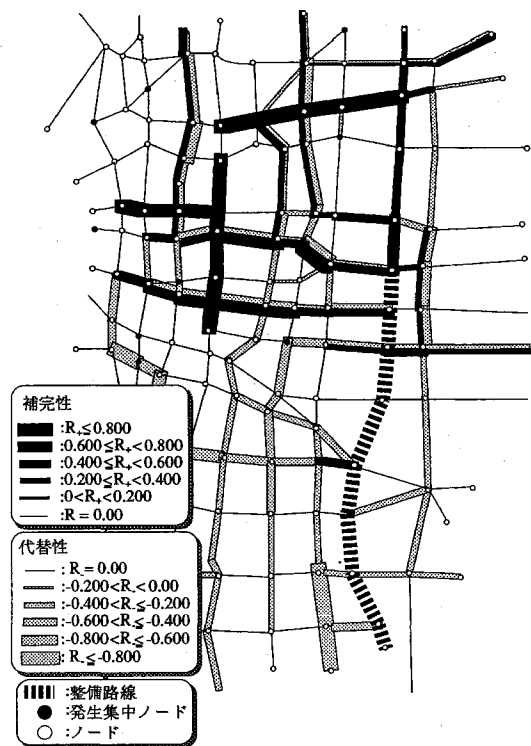
注) * 印は、東野田茨田線第2区間の定義域を越えた数値を除いた値である

庄大和川線のもつ周辺街路に対する補完的関係を主として規定していると考えられる。一方、代替的な影響の空間的範囲は広く、ほぼネットワーク全体をカバーしている。また、整備路線と併走する路線およびそれらをつなぎ整備路線と交差して配置している路線上の区間において高い係数値を示す傾向にあることがわかる。

3. ネットワーク形成と交通流動パターンとの関連分析

(1) 分析のねらいと方法

街路ネットワークとは、さまざまな交通需要によって派生する交通流動を処理するための路線の集合で、これを構成する個々の区間・路線はこのネットワーク上でそ



図一三 新庄大和川線全区間で共通する密接関連路線

れぞれ固有な役割・機能をもっている。道路区間ごとにどのような機能をもつかは、各リンクの交通処理能力や利用交通形態に着目することにより分類できる。具体的には、その道路区間におけるトリップ長分布、混雑度、大型車・貨物車の混入率を用いることにより、都心へのアクセス機能や通過型のトラフィック機能を分類できる。街路ネットワークでは路線整備により、それぞれの路線の機能は変化するが、これらがどのような変化パターンをしているのかを把握することは、有効な整備方針の推進による街路ネットワーク全体での機能を向上さ

せる上でも意義深い。

そこで本分析では、主成分分析の適用を中心として路線整備によって交通流動パターンが変化したと考えられる路線（すなわち密接関連性が強く発現している周辺街路の道路区間）を対象として、そこを通る交通が街路整備前後でどのような変化パターンを示すかを明らかにしていく。本分析で取り上げた交通量指標は、図一4に示す6つである。

これら交通量指標の中では、<2>、<3>、<4>は交通の質的な部分、<1>、<5>は量的な部分、<6>はネットワーク内での配置を示しているものである。

主成分分析結果の検討に入る前に、これらの諸指標を用いて主体区間の整備前の状態について、密接関連性係数の値との関係を含めて基礎集計結果を紹介しておく。

具体的には、新庄大和川線第3区間を主体区間とし、その整備前の状態について、各リンクでの密接関連性係数値の大小による分類（すなわち、便宜的に補完性は0.5、代替性は-0.5を境とした2グループ）に従い、交通量指標の平均値を比較した。これより、整備前の状態で補完性の強い街路は、短トリップの乗用車に多く利用される傾向を読み取ることができ、アクセス機能重視型の街路機能が特徴的といえる。一方、代替性の強い街路は長トリップの大型車または貨物車に多く利用されることからトラフィック機能重視型が対応していた。

(2) 整備前後の利用形態変化パターンの主成分分析

ここでは、新庄大和川線第3区間の整備を取上げることとし、整備前後における既存街路の機能評価指標をプールさせて主成分分析の適用を行った。ここでの分析対象データは、主体区間との密接関連が比較的大きいと判断できる補完性係数0.5以上、代替性係数-0.5以下の客体区間に絞ることとした。なおこの基準値は、あくまで密接関連の空間的広がり（発現パターン）との関係で便宜的に設けたものである。

a) 補完性係数が0.5以上1.0以下のケース

表一4は、主成分分析で得た因子負荷量を示す。これより第1主成分軸は交通サービスレベルを表すと考えられ、一方、第2主成分軸は通過交通の多寡に関する軸と言える。また図一5は、各客体区間の主成分軸上のプロット図を示す。これより、新庄大和川線（1）、九条深江線（2）、そして難波足代線（3）は混雑率および大型車混入率が上昇するとともに、中・長トリップ車も増加する傾向にあり、交通サービスレベルが大きく低下していることがわかる。一方難波方江線（4）は、補完性・代替性の両方を強く示す路線であるため、逆に混雑率や大型車混入率は低下し全体として交通のサービスレベルの変化は小さい（図中の番号は上述の各路線に付した番号に対応）。

b) 代替性係数が-1.0以上-0.5以下のケース

1.リンク混雑度

$$\text{リンク混雑度}(\%) = \frac{\text{配分交通量}(\text{pcu}/\text{日})}{\text{評価基準交通量}(\text{pcu}/\text{日})} \times 100$$

2.トリップ長分布
 各リンクの利用交通をトリップ長、10(km)未満,10~20(km), 20~30(km),30~50(km),50~100(km),100(km)以上の6つのランクに区分したときの相対頻度。

3.大型車混入率

$$\text{大型車混入率}(\%) = \frac{\text{バス交通量} + \text{大型貨物交通量}}{\text{全車種交通量}} \times 100$$

4.貨物車混入率

$$\text{貨物車混入率}(\%) = \frac{\text{小型貨物交通量} + \text{大型貨物交通量}}{\text{全車種交通量}} \times 100$$

5.リンクの規模
 リンクの交通容量

6.距離
 地図上で商業集中地区地区である線場地区を中心と考え、そこから各リンクまでの距離として定義することにより、ネットワーク内での着目リンクの相対的な空間的配置を示す。

図一4 本分析で用いた交通量指標

表一3 新庄大和川線第3区間に対する各リンクの整備前における交通指標の平均値

交通量指標	補完性		代替性		
	1.0~0.5	0.5~0	0~-0.5	-0.5~-1.0	
トリップ長分布(%)	0~20(km)	62.23	58.42	58.06	57.67
	50~(km)	9.54	10.62	10.24	9.70
容量(台)	43700	39470	37290	37620	
大型車混入率(%)	9.86	9.52	9.96	10.50	
貨物車混入率(%)	47.2	44.5	45.5	47.2	
混雑度(%)	1.26	1.53	1.63	1.59	

表一5より、補完性のケースと同じく、第1主成分軸は交通サービスレベル、第2主成分軸は通過交通を表している。図一6より、整備前後において全体的に混雑率の低下が見られる。また長トリップ車は減少し大型車混入率も低下し、全体的には交通サービスレベルが上昇している。なお、このケース主体区間と同一路線である新庄大和川線は逆の傾向を示しており交通サービスレベルは低下している。

なお、主成分分析結果における主成分軸の解釈において、トリップ長に関する解釈は難しい。これはトリップ長のカテゴリー区分の仕方にもよるが、中・長トリップに関して第1主成分軸での因子負荷量が比較的大きくなっていること、また整備前後の変化で第1・第2主成分軸を座標軸とする空間上の位置が大きく移動したリンクに着目するとき、それらがトリップ長分布が長くなる傾向があったことなどにより解釈できると考えた。

以上より、新庄大和川線の整備ケースでは、まず基礎集計結果として整備前の状態で補完性街路でのアクセス機能重視型の道路利用形態、一方代替性街路でのトラフィック機能重視型のそれを読みとることができた。これは、密接関連の比較強い街路にあてはまる整備前の全体的傾向といえるが、主成分分析結果からはさらにネットワーク上での路線によっても整備前後における変化パターンの特徴が把握できた。すなわち、整備区間に

表-4 補完性が0.5~1.0の主成分分析における因子負荷量 (整備前後のプーリングデータ)

主成分軸		第一主成分	第二主成分
累積寄与率		0.532	0.735
因子負荷量	トリップ長分布 (k.m)	0~10	0.578
		10~20	0.763
		20~30	0.862
		30~50	0.903
		50~100	0.758
		100~	0.818
	大型車混入率 (%)	-0.256	0.882
貨物車混入率 (%)	-0.411	0.550	
混雑度 (%)	0.912	0.004	

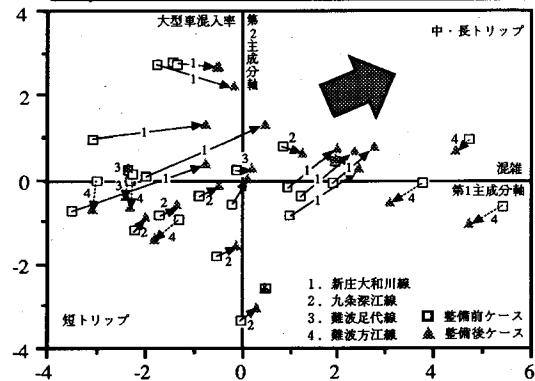


図-5 密接関連性係数(補完性)が0.5~1.0のリンクに関する主成分分析のプロット図

表-5 代替性が-0.5~-1.0の主成分分析における因子負荷量 (整備前後のプーリングデータ)

主成分軸		第一主成分	第二主成分
累積寄与率		0.551	0.700
因子負荷量	トリップ長分布 (k.m)	0~10	0.671
		10~20	0.870
		20~30	0.816
		30~50	0.898
		50~100	0.883
		100~	0.738
	大型車混入率 (%)	-0.009	0.837
貨物車混入率 (%)	-0.594	0.468	
混雑度 (%)	0.772	-0.003	

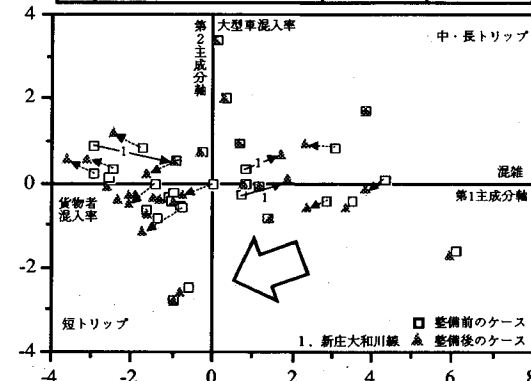


図-6 密接関連性係数(代替性)が-0.5~-1.0のリンクに関する主成分分析のプロット図

直近する補完性の強い路線ではトラフィック機能への移行が促進され、とくに幹線道路としての機能強化が図られる。一方、それら以外の補完性街路では、多くの場合代替性も兼ねた機能をもつためそれほど大きな交通サービスレベルの変化は認められない。そして代替性街路は、全体的に見て整備前後で交通サービスレベルの上昇をもたらすことがわかった。

4. 街路整備によるネットワーク形成に関する評価分析

前節までは、新設路線の整備の影響を受けた路線、すなわち、密接関連性が強く発現している路線の交通流動パターンの変化について眺めてきた。これは、ネットワークにおける新設路線整備の影響を定量的に把握する指標として密接関連性係数の有効性を検証することを意図したものであった。さらに本研究では、街路整備事業の評価問題という観点から、ある路線の整備後のネットワーク上で発現した密接関連性と他の整備路線によるそれとを比較するために、街路整備によるネットワーク形成の評価分析の議論を以下で展開していくことにする。

(1) 相対的密接関連性係数の定義

ここでは、整備対象路線のいくつかに対して、都市域

の街路網形成という視点からどの街路の整備による影響が大きいかを、密接関連性係数の算定結果にもとづき比較評価する方法を提案したい。「密接関連性」の考え方は、基本的には主体区間(整備路線)と客体区間(既存街路)との関係、すなわち1つの主体区間の複数の客体区間への影響を指標として定義したものであった。一方、複数の整備路線についてのネットワーク形成にかかわる評価分析では、それぞれの主体区間ごとの密接関連性係数が求められ、それらを相対的に比較していく必要がある。このとき、これまでの密接関連性係数の定義では、主体区間別における起終点別の共通交通量に対する客体区間の変化交通量の比率を求めているので、主体区間のもつ量的な交通処理能力を示す全交通量の大きさは係数値算定に反映されない。いくつかの代替的整備路線を想定している場合には、街路ネットワーク全体への影響度を量的な交通量の変化の多寡からも眺めていく必要があるといえるので、以下の式に示すように、分母を整備路線の全交通量(Q_A^i)とした密接関連性係数(便宜的に相対的密接関連性係数と呼ぶ)を用いることにする。

$$(相対的補完係数) RR_{B(A)} = \frac{\sum_{i+j} (q_{B(i,j)}^A - \bar{q}_{B(i,j)}^A)}{Q_A^i}$$

$$(相対的代替係数) RR_{B(A)} = \frac{\sum_{j \neq i} (q_{B(i-j)}^A - q_{B(i-j)}^B)}{Q_A}$$

これにより、この相対的密接関連性係数は、整備路線がネットワーク内でどれだけ交通を分担しているかを間接的に表現できると考えられる。なお、この新しい定義では、前節で述べたような密接関連性係数の定義域を越えるような算定値は起こり得ないことも評価指標としては実用的であるといえる

(2) 相対的密接関連性係数による比較結果

ここでは、前節でも分析対象として取上げた4路線について、比較検討を試みた。

これらの路線に対して、整備路線の全交通量を分母とした定義式を用いた結果を表-6に示す。

表-6より、これまでの定義式に比べて補完性・代替性の両者とも全体的に係数値のオーダーが小さくなっていることがわかる。これは、相対的な密接関連性係数の定義式の分母が全交通量となっているためである。

補完性係数で全区間の中で最も大きい値を示しているのは、新庄大和川線第1区間、次いで同路線第2区間であり、この2区間の平均は0.06となっている。他の3路線については、補完性係数の比較的高い区間でも0.03前後であり影響度は半減している。これは、新庄大和川線の主要幹線としての機能の中で北部の2区間の整備による周辺街路（補完性の高い街路）への影響が卓越していることを示唆している

一方、代替性係数では東野田茨田線第4区間で-0.0320が最も小さい値を示すが、長柄堺線第1区間-0.0317、新庄大和川線第4区間-0.0298というように、それほど路線間での差異は見られない。

図-7、図-8は、密接関連性係数値よりネットワーク全体との補完的・代替的關係が比較的強いと判断できる整備区間のうち、代表的な4区間について各客体区間の係数値を図示したものである。補完性係数では、図-7の中で新庄大和川線（区間1）と東野田茨田線（区間4）の結果を示しているが、特に新庄大和川線のネットワーク全体への影響度の大きいことがわかる。

一方、代替性係数では、図-8に示すように、整備路線が南北方向であれば南北に平行な周辺街路、東西方向の整備路線に対しては東西に平行な周辺路線において代替的關係が強くなってきていることがわかる。ただし、ここでの2路線間の有意な密接関連性係数の空間分布（広がり）はあまり差異がないといえる。

なお、これらの図中の凡例を見てわかるように、相対的密接関連性係数の諸値は、表-6にあるような小さな値となっていない。これはこれらの図の値が各客体区間での係数値そのものであるのに対して、表-6ではそれらを244リンク全体で平均したものであるからである。

表-6 相対的密接関連性係数による各主体区間ごとの平均値

	補完性			代替性		
	区間	集約区間	路線	区間	集約区間	路線
新庄大和川線	0.0644	0.0612	0.040	-0.0252	-0.0249	-0.025
	0.0579			-0.0246		
	0.0278	0.0272		-0.0303	-0.0295	
	0.0265			-0.0286		
	0.0371	0.0353		-0.0298	-0.0238	
	0.0343			-0.0245		
	0.0357			-0.0213		
	0.0341		-0.0195			
長柄堺線	0.0336	0.0291	0.033	-0.0317	-0.0264	-0.027
	0.0281			-0.0242		
	0.0257			-0.0232		
	0.0365	0.0371		-0.0267	-0.0269	
	0.0376			-0.0271		
東野田茨田線	0.0209	0.0209	0.026	-0.0210	-0.0210	-0.026
	0.0245	0.0238		-0.0232	-0.0252	
	0.0230			-0.0272		
	0.0319	0.0319		-0.0320	-0.0320	
築港深江線	0.0274	0.0278	0.028	-0.0264	-0.0250	-0.025
	0.0269			-0.0253		
	0.0292			-0.0233		

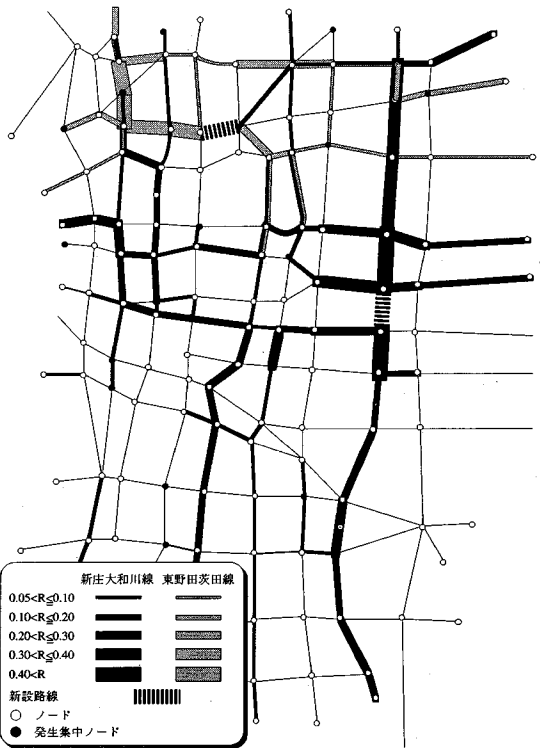


図-7 新庄大和川線（区間1）および東野田茨田線（区間4）における相対的補完性係数

そこで、こうした密接関連性係数の空間的発現パターンを複数路線間で比較する方法として、整備路線との密接関連性が発現している区間の数を密接関連性の強さに応じてランク分けしてみる。そして、補完性係数の値が0.05より大きいリンク数または代替性係数の値が

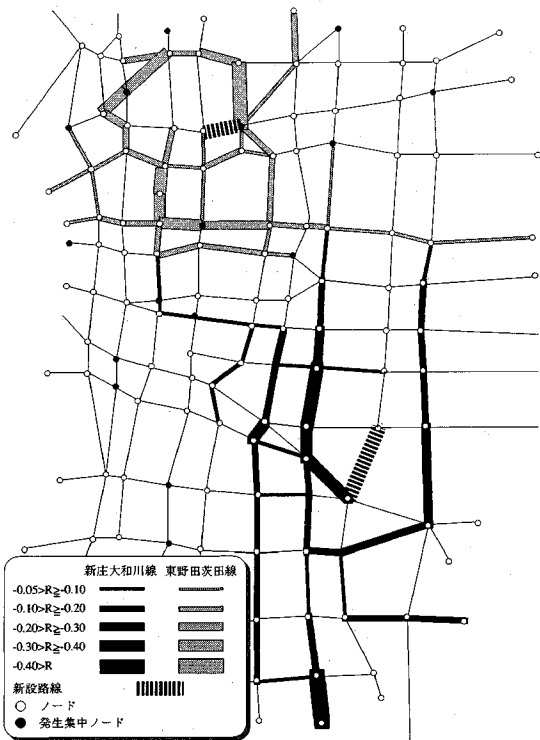


図-8 新庄大和川線(区間4)および東野田茨田線(区間4)における相対的代替性係数

-0.05以下であるリンク数(すなわち、ネットワーク上でのある路線の整備によって整備路線と共に交通量が変化したリンク数)の多寡に基づき、ネットワーク全体としての機能強化(あるいは一体化)がどの程度なされたかを眺めていくことにする。

図-9は、いくつかの整備区間について、ネットワーク全体(244リンク)で相対的密接関連性係数の絶対値0.05以上のリンクの数とその内訳を図示したものである。(なお、ここでの基準値の設定についてもこれまでの考え方と同じで、係数値の空間的な広がりから便宜的に設定したものである)。

これより、補完的關係では、すべての整備区間の中で最も補完性係数の大きい値を示している新庄大和川線第1区間が244リンクのうち94リンクと約40%のリンクに影響を有すること、その中でも15リンクは補完性係数値が0.20以上であることがわかる。またこの区間は、補完性係数の全体平均値が他の路線区間の2倍であったように、影響リンク数も2倍ないし3倍となっている。

一方、代替的關係は、新庄大和川線第4区間および東野田茨田線第4区間において影響リンク数が約40リンク程度(全体の20%弱)であり、補完的關係に比べて影響範囲の空間的広がりには大きくないといえる。ただし、リンク数での評価は、ネットワーク構成パターンや影響下にある交通の利用経路パターンによっても異なってくる

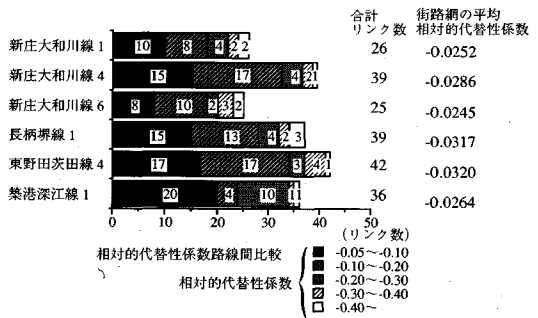
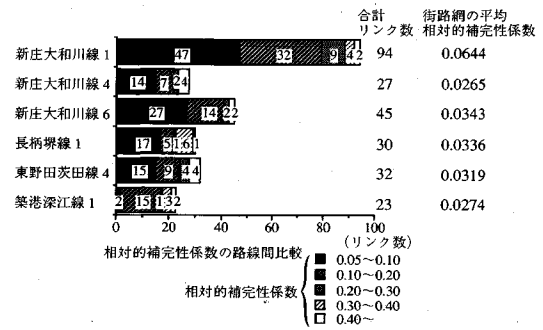


図-9 主体区間別相対的密接関連性係数値の構成

るので、ネットワーク形成への影響を最終的に判断するためにはやはり図-4の1,あるいは図-7や図-8のような空間的広がりが見られる結果を用いる必要がある。

また、ここでは、区間単位で密接関連性係数の検討を中心になされているが、整備効果の議論ではむしろ路線単位に集約化したときの評価がなされるべき局面も多いと考えられ、そのための密接関連性係数の洗練化は今後の課題といえる。

5. おわりに

本研究では、街路整備による街路ネットワーク形成がどのようになされるかを整備街路と周辺の既存街路との密接関連性に注目することによって定量的に把握することを目的としてきた。密接関連性の考え方自体は、ネットワーク構成上の評価問題のいくつかに応用可能と考えるが、本論ではそのうち街路整備による周辺既存道路の交通流動パターンの変化を計量化することによってネットワーク形成効果の発現パターンを明らかにしてきた。次に、いくつかの代替的な整備街路に対する比較検討に供することを目的として、ネットワーク全体への影響評価指標の提案とそれに基づく適用を行ってきた。

これらの分析検討結果の詳細は本文に譲るが、本分析全体を通じて今後の課題として指摘すべき諸点を明らかにしていくことにする。まず密接関連性係数の算定における技術的課題として交通量配分手法の適用上の問題があげられる。本研究では分割配分法の結果からOD内訳を求めた。これは本文中で述べたように実用的には許

容されると考えているが、そのために一方では交通量配分の現況再現性に多くの労力を必要とする。また、これに関連して、街路整備により周辺沿道での市街化形成は、交通需要そのものにも影響するため、交通需要変動への考慮もこの分析フレームの拡張をはかる際の検討課題といえよう。

さらに、密接関連性からみた街路整備とネットワーク形成について補論を加えておきたい。

密接関連性は、補完的と代替的の2者に分けて定義してきた。これは、基本的には、主体区間（整備路線）と客体区間（既存街路）との関係にもとづくものであるが、同一客体区間でもODパターンによって補完的・代替的の両者が共存することが指標化のための課題として挙げられ、これが2つに分けて考えた最大の理由である。一方、本論文の後半部におけるネットワーク形成への影響度の議論では、密接関連性係数の定義に従って補完性・代替性が並列的に検討されたが、これは、本来的にはこのような並列的議論があくまで前提のようになってしまうのは問題といえる。何故ならば、複数の整備路線の比較評価では、客体区間はある整備路線の補完的関係を強く持つかもしれないし、一方では異なる整備路線では代替的關係を強く持つ可能性もある。そして、そのようなとき多分に別の客体区間はその逆の傾向を持つ。従って、街路整備によって生じるネットワークの機能強化は基本的には補完的・代替的のどちらにせよ影響度の高いケースがネットワーク形成という視点からは評価が高くなると考えれば良いと判断できる^{9),10)}。またこのような密接関連性係数に関する新たな展開は、本分析の中で便宜的あるいは分析の効率化の視点から設定した基準

値についても再考できる機会を与えるものと考えられ、この点も今後の検討課題といえる。

参 考 文 献

- 1) 大阪市街路整備効果研究会報告書：街路の整備効果の検討のあり方について、120 p, 1989.
- 2) 大阪市街路整備効果研究会報告書：街路整備による市街地形成効果について、101 p, 1990.
- 3) 西井和夫・田中清剛・飯田祐三・後藤正明：街路整備による市街地形成効果パターン分析，土木計画学研究・講演集，No.13，pp.371～378，1990.
- 4) 岸野啓一・西井和夫・田中清剛・飯田祐三：街路整備による沿道市街地形成過程の基礎分析，第14回土木計画学研究・講演集，No.14，pp.255～262，1991.
- 5) 西井和夫・小松真二・田中清剛・飯田祐三：街路整備に伴う沿道市街地形成パターンのクラスタ分析，土木学会論文集，No.449，IV-7，pp.175～184，1992.
- 6) 西井和夫・小松真二・田中清剛・飯田裕三：街路整備に伴うネットワーク形成が関連街路の市街化に及ぼす影響分析，第15回土木計画学研究・講演集，No.15（1），pp.437～442，1992.
- 7) 阪神高速道路公団料金体系研究委員会報告書：密接関連性の定量評価法，pp.92～111，1984.
- 8) 阪神高速道路公団料金体系研究委員会報告書：密接関連性の定量評価法の検討，pp.5～28，1985.
- 9) 戸松稔・西井和夫・小松真二・津島康弘：街路整備と周辺ネットワークとの密接関連性に関する計量分析，第48回土木学会年次学術講演会第4部門，pp.794～795，1993.
- 10) 戸松稔・西井和夫・津島康弘：密接関連指標の街路整備評価分析への活用，第16回土木計画学研究講演集，No.16（1），pp.277～284，1993.

(1993.6.15 受付)

QUANTITATIVE ANALYSIS OF NETWORK-CONNECTIVITY IN URBAN STREETS

Minoru KOMATSU, Kazuo NISHII and Yasuhiro TSUSHIMA

The purpose of this paper is to identify the concept of connectivity between links in an urban street network and to explore the relationships between traffic patterns and the connectivity indicator through a principal component analysis. This indicator describes how an improved street is connected with the other streets in the network under study. It also presents the degree of both complement and substitute among them. Furthermore empirical results are presented by applying this indicator to an urban street network in Osaka. This study develops the method how to quantitatively evaluate the effect of street improvement on the link-flow patterns obtained from a traffic assignment model.