

密接関連指標の街路網整備評価分析への活用

Application of Network Connectivity Indicator to Evaluating the Effects of Urban Street Improvements

戸松 稔* 西井和夫** 津島康弘***

By Minoru TOMATSU Kazuo NISHII & Yasuhiro TSUSHIMA

This paper aims to empirically analyze the effects of urban street improvements on traffic flow patterns in the network based on concept of connectivity between links. While this network-connectivity index has been already discussed in our previous studies, it is modified so as to allow us to compare those effects with each other. In a practical application, four urban streets in Osaka city are selected. They are also evaluated from the results of the estimated values of these indicators which can describe the degree of both complementary and substituted relations between the improved link and the existing ones in the network under study.

1 はじめに

近年、大都市圏においては都市化の進展と急激なモータリゼーションによって道路ストックの不足が解消されず都市内道路における交通渋滞は慢性化しており、ひいては街路の持つ多様な機能の発現に関して大きな妨げにもなっている。

都市内街路は、良好な市街地を形成し、健全な都市活動や市民生活の維持・発展のための都市基盤施設の一つであり、これを整備をすることにより、都市内にさまざまな波及効果を生みだしている^{1),2)}。これは、まず整備街路の沿道における土地利用変化として生じる沿道市街地形成効果を挙げることができ、さらには圏域での交通流動パターンの円滑な流れの実現によ
キーワード：密接関連性 ネットワーク評価指標

*正員 (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)

**正員 工博 山梨大学助教授 土木環境工学科

***学生員 山梨大学大学院 土木環境工学専攻

(〒400 甲府市武田4-3-11)

てもたらされる都市内街路ネットワーク上での交通処理機能向上という直接的効果とそれにもとづく整備街路に関連する周辺街路沿道における間接的な市街地形成効果などがある^{3),4),5)}。

著者らは、これまでこうした街路整備に伴う諸効果を計量的に把握するいくつかの分析を試みてきたが、次の段階として、街路は都市域全体をカバーするネットワークを構成するために、ある路線整備による効果の発現が整備街路沿道以外のどの範囲に及ぶか、またはネットワーク全体へのインパクトをどのように定量評価するかが重要な課題の一つになってきている⁶⁾。これは、いくつかの路線の整備方策について、それらの街路の整備優先順位（プライオリティ）やネットワーク全体の機能強化への寄与度を明らかにしたいという問題意識が背景にあるからである。街路整備による交通処理機能のネットワーク上での強化は、明らかに都市域内外の社会経済活動の活発化を促す。しかしながら、街路網自体の複雑性故に新規整備路線のネットワーク上での機能・役割を正確に把握することは容易ではない。特に街路の場合は、現況の利用実態の把握のみでは効果的な計画路線の発見が難しく、また複数

の計画路線に対する優先順位の設定方法も十分ではない。

そこで本分析では、いくつかの分析対象整備路線を設定して、それらと都市内ネットワーク全体との関係を実証的に検討するために、従来より提案されている「密接関連性の考え方」にもとづき各整備路線と既存街路網との「密接関連性係数」を算定する⁷⁾。さらに、この密接関連性係数を2路線間の関係を規定する指標として用いるだけでなく、整備路線のネットワーク上での役割を定量的評価する指標として拡張することにし、分析対象路線への具体的な適用を通じた検討を試みる。

2 密接関連性に関する検討

(1) 密接関連性係数の定義

「密接関連性」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際に既存道路網とのブール採算性が適合するか否かについての判断基準として用いるために考えられたものである⁸⁾⁹⁾。そしてこれまでは、この考え方を街路網における着目道路区間の関連性の度合を判断するために用いることにし、ある着目街路が整備されたと仮定したときの既存街路における交通量の変化に着目して定義してきた。

すなわち、新設路線の整備前後における交通量の変化に着目すると、整備街路と周辺の既存街路の間には2つのケース、「補完的關係」と「代替的關係」が考えられる。補完的關係とは、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であり、一方代替的關係とは、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、既存路線の交通量が減少する関係である。

具体的な密接関連性係数の算定については既応研究の中でいくつか方法が検討されてきたが、ここでは増減する区間交通量（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。

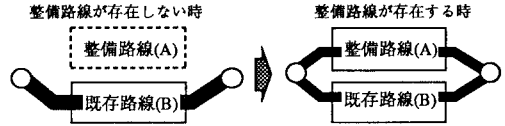
この方法は、起終点別に算出された交通量に着目することにより、代替的な交通と補完的な交通の混合を避け、これらをODペアによって別個に集計しようというものである。こうすることにより、ある1つ

【定義式】

<代替性>

$$R_{AB}^- = \frac{\sum_{i-j} (q_{B,i-j}^A - q_{B,i-j}^{\bar{A}})}{\sum_{i-j} q_{A,i-j}^A} \quad R_{AB}^- : \text{整備路線Aと既存路線Bの代替性係数}$$

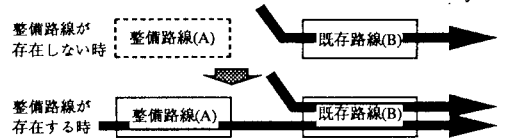
$$i-j : q_{B,i-j}^A - q_{B,i-j}^{\bar{A}} < 0 \text{ となるijペア}$$



<補完性>

$$R_{AB}^+ = \frac{\sum_{i+j} (q_{B,i+j}^A - q_{B,i+j}^{\bar{A}})}{\sum_{i+j} q_{A,i+j}^A} \quad R_{AB}^+ : \text{整備路線Aと既存路線Bの補完性係数}$$

$$i+j : q_{B,i+j}^A - q_{B,i+j}^{\bar{A}} > 0 \text{ となるijペア}$$



A : 新規路線整備あり 補完区間であるとき $0 < R_{AB} \leq 1$
 $\bar{A}$: 新規路線整備なし 関連性を持たない場合 $R_{AB} = 0$
q : 交通量
B : 既存路線区間 代替区間であるとき $0 > R_{AB} \geq -1$

図-1 密接関連性の定義

の路線において利用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、これらを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特徴を持つ。

(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、着目路線の整備前後における周辺路線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、最も実用的な分割配分法を用いることにより、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、着目路線の整備以前の状態のネットワークの交通量を仮想的に求める。そしてこの2つの配分計算結果から密接関連性係数の算定に必要なデータを得る。

なお、OD内訳とは、着目路線を通過する交通量を起終点別に集計しようとするものであるから、あらかじめ着目路線の区間の位置によって起終点となるゾーンの集約方法を考えておく必要がある。

本研究では、大阪・神戸を中心に近畿圏全体をカ

パーする道路網に対する交通量配分計算結果を用いることにより、その中の大阪市内の街路網に関する密接関連性の実証的検討を行う。一般に、都市内街路では近隣のゾーン間の利用交通が主となる場合が多いが、これらの短いトリップ長の交通は、遠距離トリップに比べて経由するリンク数が少ないため、主体区間が未整備ときの代替経路の選択数が少なく、結果的に主体区間整備有無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、分析対象となる主体区間の街路を含むので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が大きくなるように集約した。その結果、配分計算時では90ゾーンを対象としていたのに対して、密接関連性係数算定のためのOD内訳を求めるときには37ゾーンに集約された。

3 分析対象路線の選定

ここでは、整備街路と周辺街路との密接関連に着目したネットワーク全体への影響評価分析を行い、複数整備街路間の比較検討を行うために、大阪市内の街路の中からネットワーク内での機能、性格、空間的な配置等の条件の異なる着目路線を選定する。具体的な対象路線選定のための条件としては、以下の5つを考え、それらにもとづき次に示す4路線を選定できた。

1.沿道の性格 → 沿道の土地利用特性

2.ネットワーク上の配置、方向 →

ネットワーク上の連結パターン

3.ネットワーク内での機能 →

平均トリップ長、利用交通パターン

4.路線の規模 →

車線数、幅員、可能交通容量、制限速度

5.道路の利用状況 → リンクの混雑度

[新庄大和川線]

新庄大和川線は、大阪市東部の住工地区を南北に貫通する道路で道路の規模からネットワーク内では

主要幹線として整備された路線である。また、平均トリップ長からみても比較的長トリップに利用されていることがわかる。そして、路線の配置から判断できることは、大阪市の中心部を通過せずに周辺ゾーン間のトリップが可能であることであり、したがって大阪市内と他の地域との内外交通、大阪市内ゾーン間の通過交通に多く利用されている路線であると考えられる。なお、大阪市の中心部を通過しないため、混雑度は全体として低くなっている。

[長柄堺線]

長柄堺線は、堺市から大阪市への交通ルートとして南北方向に結ばれている道路で、車線数も8車線の主要幹線道路である。混雑度は都心部を中心に高く、平均トリップ長が短いことから主要幹線として都心へのアクセス道路の機能を果たす道路であると考えられる。

[東野田茨田線]

東野田茨田線は、花博関連街路として比較的最近に整備された幹線道路である。この路線は、ネットワーク上の配置として工業地区と住宅地区とが混在する郊外と商業集積度の高い都心部（大阪梅田地区）を東西軸に沿って連結している。また、平均トリップ長が中短トリップであることから、郊外から都心へのアクセス道路としての機能を主に果たしている道路であるといえる。

[築港深江線]

築港深江線は、路線規模から大阪市の商業業務の中心地区である船場地区と郊外の工業地区（大阪市西部）、住・工混在地区（大阪市東部）を東西に結ぶ主要幹線道路である。この路線は、混雑度が高く市内外から沿道の商業（船場地区）への交通が発生集中している。平均トリップ長は中程度である。これは、商業集積度の高い船場地区があることから長短両方のトリップがこのゾーンへ集中しているために、結果として平均化されたものと考えられる。

以上の4路線（主体区間計20個）で以後の検討を進めることにし、これらの路線の機能、性格、空間的な配置等に関する概要を表-1に示した。また、これらの4路線との関連性を検討するための大阪市内の街路ネットワークの対象範囲は図-2に示すような主要幹線道路から構成されている。

表-1 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)	幅員 (m)	方向
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 ・大阪市内外ゾーン の通過交通	低い 1.335	北 6 南 8	43200 57600	30~80	南北
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	30~80	南北
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	20~40	東西
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	30~80	東西

注) トリップ長と混雑度の数値は路線平均である。

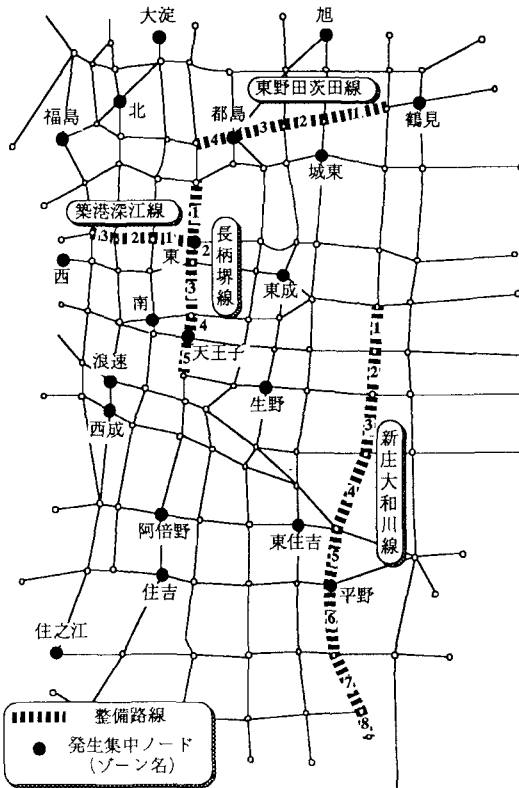


図-2 分析対象ネットワーク

4 ネットワーク評価指標値の提案

大阪市内のネットワークを（約38路線,244リンク）を対象に、市内の東部を南北に走る幹線道路の新庄

大和川線（具体的には8区間）、長柄堺線（5区間）、東野田茨田線（4区間）、築港深江線（3区間）の整備前後における周辺路線との密接関連性係数の値を区間単位で算出する。次にこれを用いて、図-3に示するようなネットワーク評価指標（NI(1),NI(2)）を定義することにする。

定義式

$$NI(1) = \sum_B |R_{AB}|$$

$$NI(2) = \sum_{B \in I_A} \frac{|L_B \cdot R_{AB}|}{L_A} \quad L_A: \text{主体区間Aのリンク長}$$

1) $\frac{1}{m} \sum_{K \in I_A} NI(2)_K$

2) $\sum_{K \in I_A} \frac{L_{AK}}{L_A} NI(2)_K \quad L_A: \text{集約区間 } (L_A = L_1 + \dots + L_m)$

3) $\sum_{K \in \text{全体}} \frac{L_{AK}}{L_A} NI(2)_K \quad L_A: \text{主体区間総整備リンク長}$

図-3 NI(1),NI(2)の定義式

ここで、ネットワーク評価指標NI(1)とは、244リンクに対して算出されている密接関連性係数値の補完性および代替性（絶対値）の両方を合計した値であり、主体区間のネットワークに対する絶対値的な影響度の強さを知ることができる。表-2は、個々の主体区間における補完性・代替性の構成比率も併せて示しておく。

表-2 密接関連性係数 (NI(1)による定義式を用いて)
により判別したリンクに対する補完性・代替性
の構成比率

主体区間No.	補完性		代替性		NI(1)	
	絶対値合計	割合 (%)	絶対値合計	割合 (%)		
新庄大和川線	1	83.47	58.63	58.91	41.38	142.4
	2	86.05	57.44	63.76	42.56	149.8
	3	26.33	38.74	41.63	61.26	68.0
	4	35.47	42.97	47.07	57.03	82.5
	5	69.56	59.41	47.53	40.59	117.1
	6	72.32	61.21	45.83	38.79	118.2
	7	67.67	61.69	42.02	38.31	109.7
	8	65.43	56.48	50.42	43.52	115.8
長柄堺線	1	77.34	51.42	73.07	48.58	150.4
	2	77.35	53.38	67.56	46.62	144.9
	3	75.97	56.11	59.42	43.89	135.4
	4	92.62	51.79	86.22	48.21	178.8
	5	91.20	53.91	77.97	46.09	169.2
東野茨田線	1	68.08	50.17	67.63	49.83	135.7
	2	60.36	52.61	54.37	47.39	114.7
	3	53.92	49.15	55.79	50.85	109.7
	4	49.72	48.82	52.12	51.18	101.8
築港深江線	1	48.44	50.33	47.80	49.67	96.2
	2	37.45	49.67	37.95	50.33	75.4
	3	51.01	52.55	46.06	47.45	97.1

表-2より、長柄堺線（区間4,5）におけるNI(1)値が大きい。次いで、新庄大和川線（区間1,2）のNI(1)の値がつづく。逆に、最も小さいNI(1)値は、新庄大和川線（区間3,4）および、築港深江線（区間2）である。

このうち、新庄大和川線（区間3,4）は、同一路線上の他の区間に比べて補完性係数の寄与度が小さいことがわかる。これは、当該リンクが整備路線上での中間に位置するリンクであることが影響しているのかもしれない。あるいは、周辺の発生集中ノードの配置の関係で、関連OD交通が他の区間に比べて小さいことも考えられる。

また、表-1の路線プロフィールとの関係を含めて考えると、NI(1)値が大きい長柄堺線は、交通容量も大きく、都心部に近いことから混雑度も大きい。一方、道路利用形態としては平均トリップ長も短かいので、都心へのアクセス交通が中心的な路線といえる。

一方、NI(1)値の内訳を見ると、長柄堺線（区間4,5）に関しては補完性・代替性ともに大きな値となっていることが特徴的である。したがって、ネットワーク全体の中で中心的機能が顕著な（言い換えれば、交通の集散機能が特化している）リンクであ

ると評価できる。

これに対して、新庄大和川線（区間1,2）は、それに隣接する区間3,4（NI(1)値の小さい区間）と比較すると、やはり補完性係数の値で差が生じていることが分かる。また、区間5～8の南部区間においても、補完性係数の値の割合が代替性係数の値に比べ6：4の比率で上回っている。そして、この路線全体としては、表-2より交通容量が大きく、大阪市東部の郊外に位置し市内外の通過交通が多く、混雑度はそれ程大きくはないが、比較的長トリップの平均トリップ長になっている。したがって、この路線は、市街地郊外部の通過交通を円滑に処理するための幹線軸の形成に寄与する路線として評価できる。

次に、NI(2)について考察しよう。道路間の密接関連をネットワーク全体に及ぼす影響度の強さという視点で評価するとき、これは、主体区間のリンク長に左右されるところが大きい。そこで、主体区間・客体区間のリンク長を考慮して、主体区間の単位長さ当たりの周辺客体区間延べリンク長ベースでの密接関連指標値（すなわち、主体区間1ユニット当たりのネットワーク影響度）を求めた。これをもとに集約区間での単純平均、リンク長による重みづけ平均、さらには路線単位でのリンク長による重みづけ平均を算定し、3タイプの指標値を求めた。この結果は表-3に示す。

表-3 定義式NI(2)による算定結果

主体区間No.		NI(2)	リンク長 (km)	集約区間に対する 単純平均 1)	主体区間のリンク長による 重みづけ平均 (集約区間に対する) 2)	路線平均 3)
新庄大和川線	1	196.3	0.70	177.4	175.0	104.8
	2	158.4	0.90			
	3	51.1	1.30	52.3	52.4	
	4	53.4	1.50			
	5	111.2	1.00	137.8	116.9	
	6	92.3	1.20			
	7	94.9	1.10			
	8	252.0	0.44			
長柄堺線	1	154.0	0.90	170.2	161.5	208.9
	2	228.5	0.60			
	3	128.0	1.00			
	4	560.1	0.30	393.9	327.5	
	5	227.8	0.70			
東野茨田線	1	98.8	1.30	98.8	98.8	105.5
	2	111.9	0.95	108.8	108.8	
	3	105.6	0.95			
	4	108.6	0.85	108.6	108.6	
築港深江線	1	180.1	0.50	132.4	132.4	132.4
	2	63.2	1.10			
	3	154.2	0.60			

明らかに、長柄堺線（区間4,5）の指標値の大きさが目立っている。NI(2)の定義方法では、とくに主

体区間の単位の長さ当たりの評価を考えているため、整備リンク長中で最も短い区間を有する当該路線での密接関連性係数の大きさは、結果的にNI(2)値を大きく算定することになっている。NI(1)の値も大きいことから、この区間4,5の整備はネットワーク形成上の密接関連の強化を非常に効果的に具現化しているといえ、ネットワーク形成効果は大きいと判断できる。

次に、NI(2)値の大きさは、長柄堺線に続いて新庄大和川線(区間1,2)、長柄堺線(区間1~3)、そして新庄大和川線南部(区間5~8)の順である。一方、比較路線中でNI(2)の小さい値が算定されているのは、やはり新庄大和川線(区間3,4)である。これらの傾向は、基本的にはNI(1)のときと同じであり、また単純平均とリンク長による重みづけ平均との差異は、長柄堺線(区間4,5)以外を除いてあまり大きくない。

5 ネットワーク内における補完的・代替的経路の発現パターンの比較検討

ここでは、前説で提案したネットワーク評価指標であるNI(1)値、NI(2)値の大小によるネットワーク内での補完的経路や代替的経路の主たる発現パターンを明らかにし、集約区間(9区間)単位での路線間で比較検討していく。

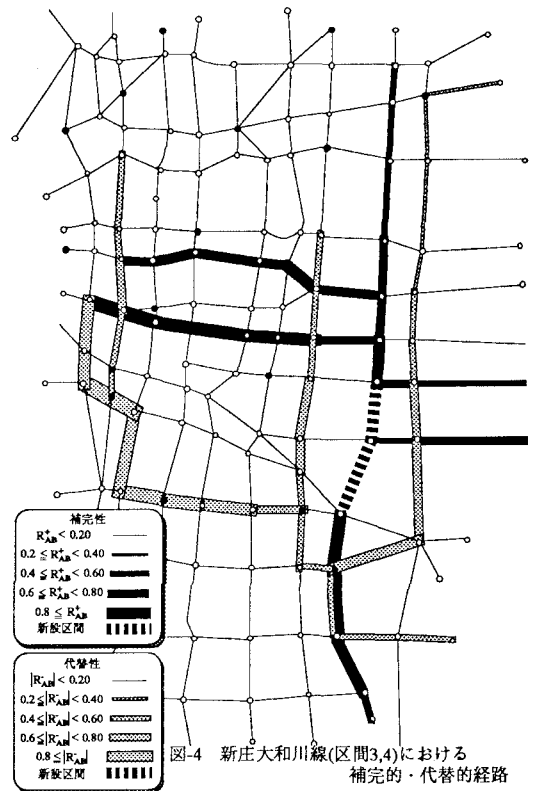
図-4、図-5、図-6、図-7は、それぞれ新庄大和川線(区間3,4)、長柄堺線(区間4,5)、築港深江線(区間1,2,3)、そして東野田茨田線(区間2,3)における主な補完的・代替的経路を示したネットワーク図である。

これら4路線の集約9区間を眺めてみると、全体的には補完的経路は、大阪市外から新設路線に延び、さらに商業集積地(都心部)に至る経路が代表的である。

NI(1)値およびNI(2)値の小さい新庄大和川線(区間3,4)が東野田茨田線(区間4)を見ると、発現の空間的範囲が小さく、補完的・代替的経路数も少ない。逆に、NI(1)値およびNI(2)値の大きい新庄大和川線(区間1,2、区間5,6,7,8)や長柄堺線(全区間)では広範囲に発現しており、密接関連性係数値の大きい経路が多数存在している。またそれらの発現のパターンを見ると、とくに新庄大和川線(区間1,2、区間5,6,7,8)や長柄

堺線(全区間)では、補完的経路が代替的経路に比べて路線長が長いことが特徴的である。これは、前節でのNI(1)値の補完性・代替性の構成比率に合致しているといえる。

一方、NI(1)値、NI(2)値の一番小さかった新庄大和川線(区間3,4)(図-4)について詳細に見てみると、都心部の商業集積地に向かう2本の計3本の補完的経路と3本の代替的経路が存在するだけで全体として経路数が少なく、このことからネットワーク全体に与える影響度が小さくなっていることがわかる。なお、これら計6本経路のうちで3経路が都心方向に延びずに中心部(商業集積地)を迂回する形になっているが、これは、この新庄大和川線が大阪市外ゾーンへの通過交通の割合が高いという利用形態を反映していた結果であると考えられる。

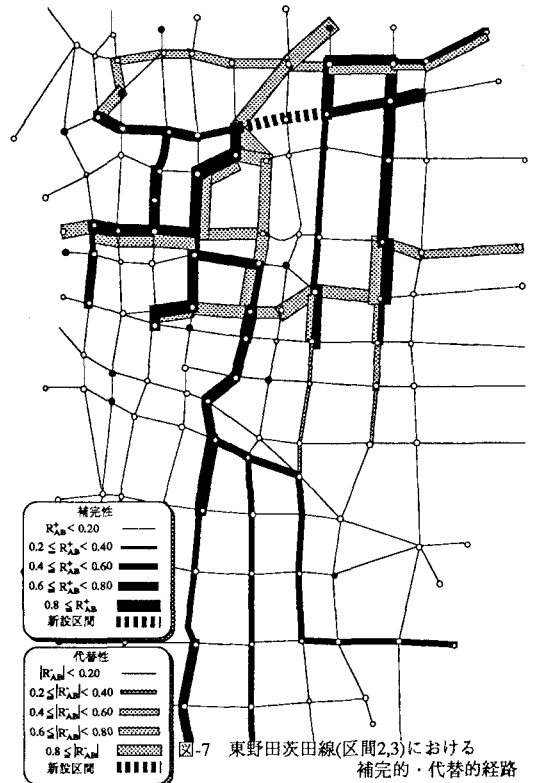
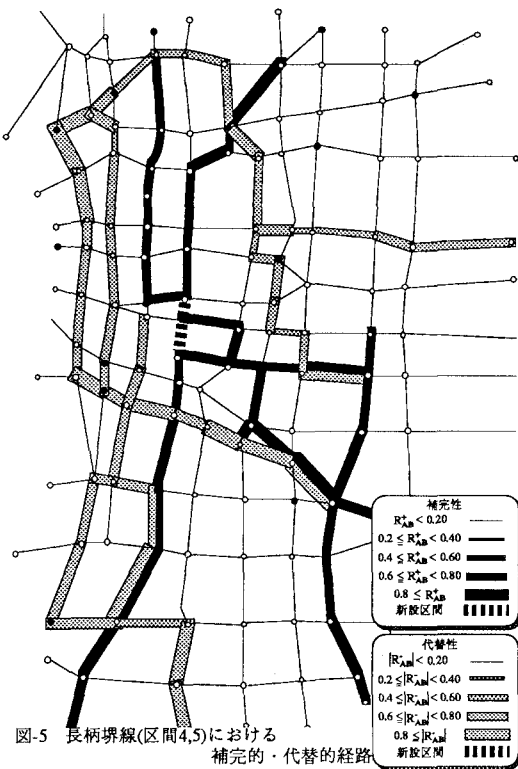
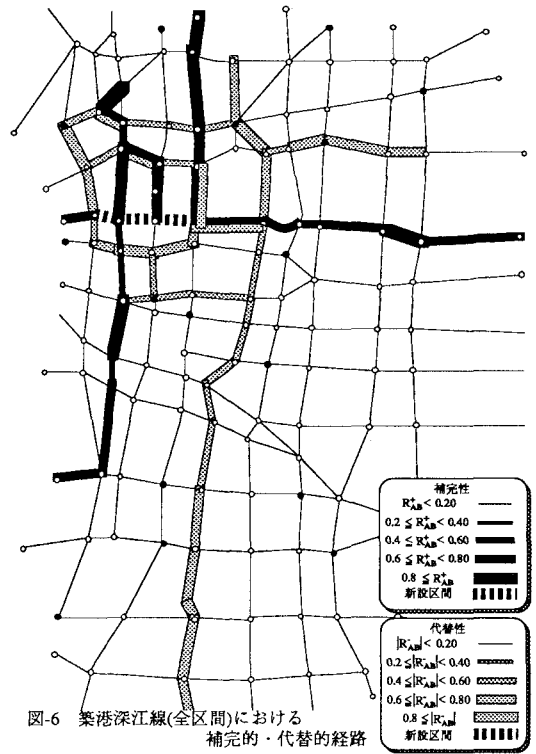


一方、NI(1)値およびNI(2)値の一番大きい長柄堺線(区間4,5)(図-5)については、主体区間が商業集積地に近く位置すること、また長柄堺線が近郊ゾーン(堺市)から都心部へのアクセス機能を果たす役割を担うために、代替経路が主体区間に平行に2本連

続して存在するなど発現経路数も比較的多い。そして補完的経路についても主体区間に連結する形で大きく分けて2経路が延びている。したがって、補完・代替的経路の影響範囲はネットワーク全体に及んでおり、ネットワーク形成への影響度の強さを表わしているといえる。

次いで、築港深江線(区間1,2,3) (図-6) であるが、これも長柄堀線と同じように商業集積地に主体区間が存在する。しかし長柄堀線が南北に配置されているのに対して、この路線は東西に配置されている。そのためか、補完的経路はちょうど四方向(東西南北)へと延びていて、代替的経路においても主体区間を2重に取り囲むように経路が発現している。これは、長短両方のトリップが郊外からこれらの経路上の商業地区に向かって発生集中しているものと考ええる。

最後に、東野田茨田線(区間2,3) (図-7) については、郊外から商業集積度の高い都心部への東西方向からのアクセス幹線道路としての機能を反映して、補完・代替経路とも都心部関連の経路が発現している。この路線は、分析対象路線中で唯一の4車線道路であるが、中短トリップ長の交通による利用パタ



ーンで主となっているためか、とくに補完的経路は比較的発現範囲が広がっているといえる。

6 おわりに

本研究は、これまで著者が提案してきた街路整備に伴う周辺既存街路との「密接関連性」に関する考え方およびその定量的把握方法の議論をさらに発展させて、複数整備路線に対して、街路整備による都市内ネットワーク全体への影響度を密接関連指標によって定量化し、路線間比較が可能な評価分析方法を実証的に検討してきた。

そのためにまず、大阪市内の整備街路のうちネットワーク内での機能や諸性格を加味して4路線20区間を分析対象として取り上げ、次いでネットワーク評価指標値を算定するとともに、さらに補完・代替的経路抽出によるネットワークへの影響度の発現パターンから路線間比較を行った。

本論では、従来の密接関連係数の考え方をネットワーク評価指標へ活用していくために、新しく2つの指標値算定のための式を定義することにより、路線間比較が可能となるとともに、ネットワーク全体における交通処理機能の向上にどれだけ寄与しているかを比較的わかりやすく指標化できる方法を提案できた。

今後は、このような考え方にもとづき、街路整備優先順位やネットワーク形成効果の評価をシステムティックに行い得る実用的ツールの構築も必要と言えよう。

7 参考文献

- 1) 大阪市街路整備効果研究会報告書(1989):「街路の整備効果の検討のあり方について」120p.
- 2) 大阪市街路整備効果研究会報告書(1990):「街路整備による市街地形成効果について」110p.
- 3) 西井和夫・田中清剛・飯田祐三・後藤正明(1990):「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
- 4) 岸野啓一・西井和夫・田中清剛・飯田祐三(1991):「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
- 5) 西井和夫・小松真二・田中清剛・飯田祐三(1992):「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
- 6) 西井和夫・小松真二・田中清剛・飯田祐三(1992):「街路整備に伴うネットワーク形成が関連街路の市街地に及ぼす影響分析」:土木計画学研究・講演集, No.15(1), pp.437-442
- 7) 戸松稔・西井和夫・小松真二・津島康弘(1993):「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IV部門(発表予定)
- 8) 阪神高速道路公団料金体系研究委員会(1984):「密接関連性の定量評価法」, pp.92-111
- 9) 阪神高速道路公団料金体系研究委員会(1985):「密接関連性の定量評価法」, pp.5-28