

高速道路整備前後におけるトリップチェーン特性の把握とそれに基づく密接関連分析*

Some Characteristics of Network-Connectivity in Highways: Trip Chaining Analysis*

西井和夫**、近藤勝直***、長谷川千明****、北原淳一*****

by Kazuo NISHII**, Katsunao KONDO***, Chiaki HASEGAWA**** and Jyun-ichi KITAHARA*****

1. はじめに

近年、都市圏内の各地域間の社会経済活動の有機
的連携の必要性が叫ばれ、これを支える社会基盤整
備が急務となってきた。一方このような地域環
境のもとで1日の交通行動パターンは多様化、広域
化、高速化しており、そのために派生需要としての
交通需要の諸性質を的確にとらえることができる交
通計画手法の体系的整理は非常に大きなテーマとい
える。とりわけ大都市圏における高速道路網整備は、
より豊かな市民生活を実現するための基幹的な社会
資本として必要不可欠であり、一体的で効率的な運
用が期待されており、如何に広域ネットワークとし
ての整備をはかっていくべきかを明らかにする必要
がある。また、高速道路相互のネットワーク形成上
の適正な機能分担や連携といった視点から、整備あ
るいは新規供用の高速道路と周辺的高速道路との相
互の関連性についても計量的に把握することが重要
となってきた。

このうち、前者の課題は、従来よりしばしば議論さ
れている高速道路の整備効果に関するものである¹⁾。
一方、後者は、高速道路相互の関連性をその指標化
によって明らかにしていく分析を指す。この分析は、
後述するように従来の都市高速道路のプール採算制
にかかわる「路線間密接関連性」の問題として検討
されてきた経緯がある²⁾。本研究は、この密接関連の
考え方を発展させることにより、高速道路の新規整
備路線を広域的ネットワーク上の交通流動パターン
の観点から評価する手法を提案し、その有効性を実
証的に検討することを目的としている。

またここでは、従来の研究にみられる交通量のみ

から算定した密接関連係数によって路線相互の関連
性を評価するのではなく、路線の整備前後による交
通流動パターンの変化（トリップチェーンの特性変
化）に着目した形で密接関連分析を行う。すなわち、
本研究における最大の特徴とは、このトリップチェ
イン手法の適用を試みていることにある。従来のトリ
ップ単位に比べて人の1日の動きを基本とするた
めに、定常的な1日生活圏レベルの都市的諸活動の
派生需要としての交通の連鎖性を明示的に取扱うこ
とが可能といえる。本研究では、このようなトリッ
プチェーンの形成過程における個々のトリップ及び
トリップ相互の高速道路利用形態に着目した分析を
行っていくことにする。

2. トリップチェーンの特性分析

これまでの密接関連研究では、高速道路相互間の
関係を示すため密接関連係数という交通量変化に着
目した指標化が議論の中心となっていた。しかしこ
の係数も、新規整備路線の供用に伴った必然的変化
（交通量の変化）以外の影響が大きいことが考えられ
る。つまり、密接関連研究の背景にあるネットワーク
整備に伴う地域交通への影響評価について十分な
検討が必要であるといえる。そこでまず、整備拡充
が進む高速道路網の影響によってもたらされるトリ
ップチェーンの特性変化について基礎的な実態分
析を行うことにする。これは、トリップ連鎖パター
ンが路線の有無によって変化し、それに伴うトリッ
プチェーンのさまざまな特性も変化することが考え
られるからである。また一方で、トリップチェーン
特性の変化をとらえることが路線間の関連や役割を
明らかにする上で重要であると考えられる。

ここではまず、新規路線の有無、すなわち路線整備
前後の変化に着目してトリップチェーン特性を考え
ていくため、全国交通情勢調査近畿地区自動車起終

* Keywords: 交通網計画

** 正会員 工博 山梨大学工学部土木環境工学科
(山梨県甲府市武田4-3-11、Tel&Fax.0552-20-8533)

*** 正会員 工博 流通科学大学情報学部

**** 正会員 工修 横浜市役所都市計画局

***** 学生員 山梨大学大学院土木環境工学専攻

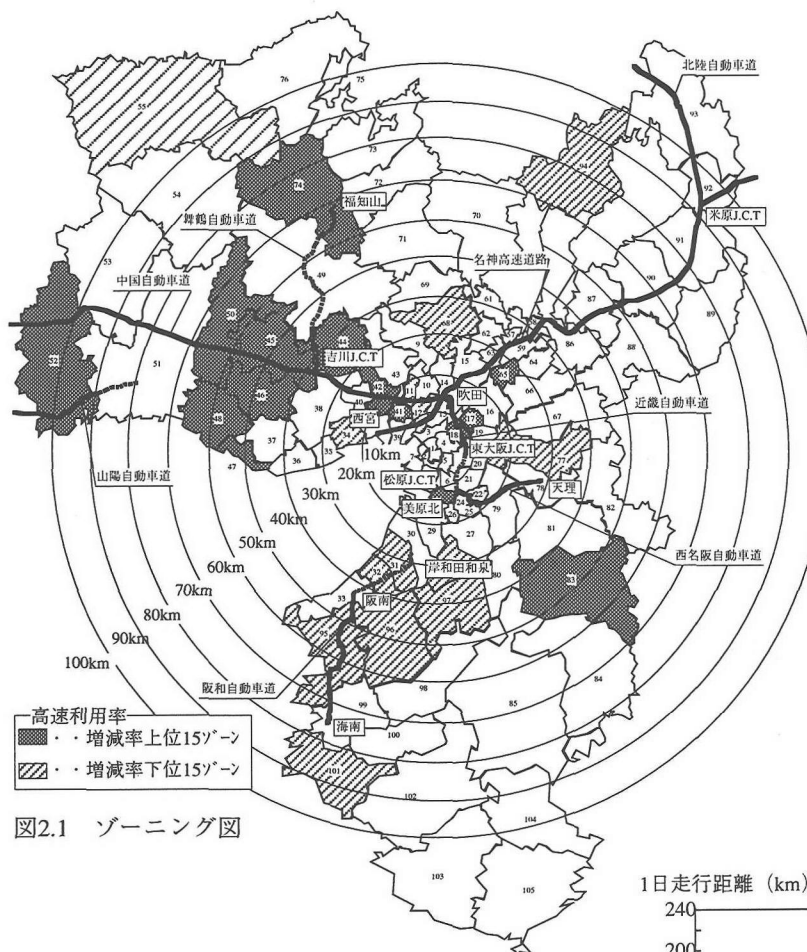


図2.1 ゾーニング図

点調査データのうちH2年とS60年の2時点データを収集する。

また、個々のトリップチェーンの地域的な特徴を見るため、すべてのトリップチェーンが105ゾーン(図2.1参照)のいずれかをH.B.^{注1)}に持つものとして、発生H.B.ゾーン別のチェーン特性を分析していくことにする。なお、ここで、高速利用チェーンとは高速道路を1回でも利用しているチェーンとして定義し、一般道利用トリップチェーンとは一般道路のみの利用に限られたチェーンを指す。

具体的な分析の項目としては、(1) トリップ回数、(2) 走行距離、(3) 平均トリップ長、(4) 最大トリップ長、(5) 最遠ソージャー^{注2)}距離、(6) 継続確率、(7) ゾーン間遷移確率(エントロピー指標値)^{注3)}、(8) 高速道路利用率の8項目を取り上げた。

^{注1)} H.B. (home base) は本来自宅を指すが、ここではトリップチェーンを形成している拠点とした。

^{注2)} トリップチェーンを形成する際の訪問先(ソー

ジャーⁿ (sojourn) のうちH.B.からの距離が最も離れた場所。

^{注3)} ここでゾーン間遷移確率は、OD表の形式のままでは各ゾーンの指標値としての評価は難しいため、各ゾーンから発生する交通量のばらつき具合を示す値としてのエントロピー指標を用い、式(2.1)を用いて各発生ゾーンごとに1つの数値を算出した。もともと、ゾーン間遷移確率はそのものが地域間の交流の程度、結びつきの強さ(均質性)を示すデータであるが、このエントロピー値はそうした結びつきの強さを示す指標となる。例えばすべてゾーン内々交通量のみからなる場合や、ある特定のゾーンへのOD表であればエントロピー値は最小であり、逆にゾーンへの遷移が分散的なOD表であればエントロピー値は大きくなる。

$$H_i = - \sum_j P_{ij} \log_2 P_{ij} \quad \dots (2.1)$$

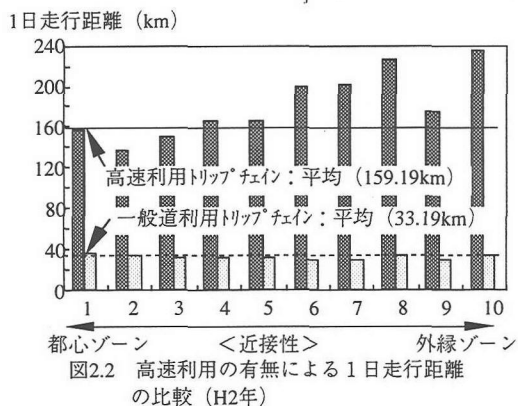


図2.2 高速利用の有無による1日走行距離の比較 (H2年)

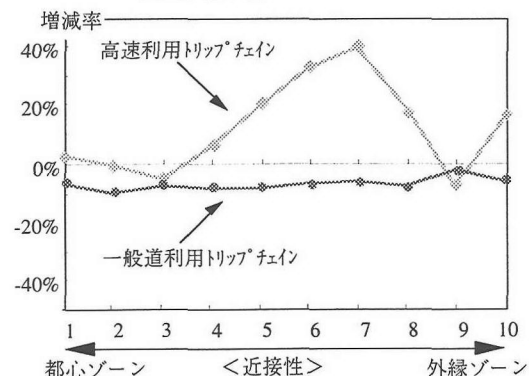


図2.3 1日走行距離の2時点増減率比較

H_i : 着エンド (j) の分布 (ばらつき程度) を、発エンド (i) 側から見た指標<エントロピー値>

P_{ij} : 各ゾーン間の遷移確率

(1) 都心からの近接性に着目した分析

近畿圏105ゾーンを大阪都心部からの近接性に着目し10km単位の同心円によって10地区に分類した。(なお、図2.1に示すように、近接性の番号は、値の小さなものから大きなものへ変化するに従い、大阪都心部から遠方であることを示す。)

路線整備後のH2年時点で、一般道、高速利用トリップチェーンそれぞれの1日の走行距離を比較すると、高速利用トリップチェーンの方がはるかに距離が長いことがわかる(図2.2参照)。一方一般道利用については、どの地区についてもその距離が30km程度と同じような値を示している。また、高速利用トリップチェーンは都心部から遠い地区ほどその距離が長くなる傾向(150km~200km)を示した。これは都心部から離れて外縁部に至る中距離圏までの地区では高速利用トリップチェーンの形成において、長距離タイプを指向する傾向にあることを示してい

る。

1日走行距離の2時点間の増減率を眺めてみよう。ここで注目すべき点は、一般道利用トリップチェーンの増減率がほとんどすべての距離帯で経年的に見て高速利用トリップチェーンのそれより小さい値を示していることである。一方、高速利用トリップチェーンは中距離地区(40km~80km圏)の増加率が著しい(図2.3参照)。これは、これらのゾーンが路線の整備されたゾーン周辺の地区であることから、新規路線の影響により、1日の移動距離増加につながったものと考えられる。

次にエントロピー値(ゾーン間遷移確率)についてみる。まず、図2.4より高速利用チェーンはH2年時点で、都心部から遠い地区ほどエントロピー値は低くなる傾向にあり、近距離地区での交通流動パターンの均質性が高いことを示している。また、図2.5における2時点比較によると、都心部から遠い地区ほど高速利用トリップチェーンの増減率がやや高く推移している傾向にある。図2.4で、遠距離地区ほど高速利用トリップチェーンのエントロピー値が低い値をとるのは、もともとの路線整備が充実していないために、どの地区へも移動が容易にできるわけではないことによる。一方図2.5で増減率が高くなるのは、路線整備の影響が相対的に大きく出たためと考えられる。

(2) 高速利用率に着目した分析

前節の分析は都心からの近接性(距離区分)に着目していたが、各ゾーン単位でみた高速道路整備効果の発現パターンを眺めるために、高速道路整備により最も数値的な変動を生ずるとされる各ゾーンの高速利用率に着目し、前節の分析で用いた項目についてさらに実態的な分析を試みることにする。

まず、チェーン数が極端に少ないゾーンは、分析結果に偏りを与えてしまうと考えられるので分析対象から除外した。さらに、残りの88ゾーンから、2時点での変化の度合い(2時点での相対的な増加と減少の割合)が特に著しい各15ゾーンを抽出した(図2.1参照)。

具体的な項目の分析をする前に、S60年からH2年にかけての2時点間で近畿圏域において高速利用率そのものがどの地域でどの程度変化したかをみるこ

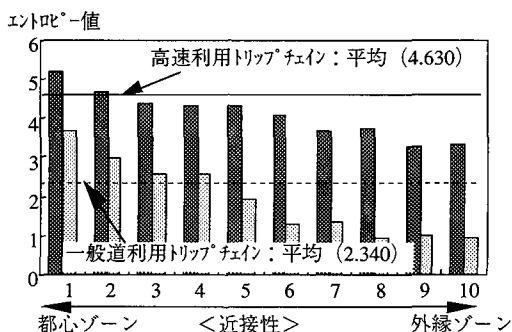


図2.4 高速利用の有無によるエントロピー値の比較 (H2年)

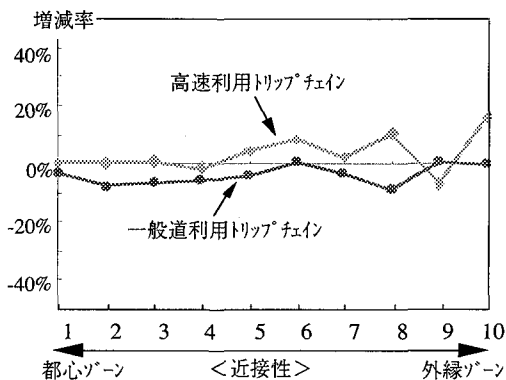


図2.5 エントロピー値の2時点増減率比較

とにする。図2.1より、2時点において路線整備された付近のゾーン、もう少し厳密に言えば、路線ができたことにより、都心部などの魅力度の高い地域へのアクセスが容易になったゾーンの高速利用率が増加傾向にあることがわかる。特に兵庫県の舞鶴自動車道周辺に多いことから、この路線の整備による影響は非常に大きいといえる。それとは逆に、大阪府南部の阪和自動車道が整備されたゾーンの高速利用率が減少している。この理由の1つとして、整備前はゾーン内通過交通を避けるため高速を利用していたトリップメーカーが新規に路線が整備され高速を使わなくなったことにより、結果として高速利用率が減少したものと考えられる。

以下では、平均トリップ回数に関して、高速利用率の増減に着目した比較分析および2時点間での変化を分析した結果について考察を加える。

まず、高速利用率の増加したゾーンについて考察をする。図2.6をみると、平均トリップ回数はほとんどのゾーンで減少傾向を示している。また、高速利用率の減少したゾーンについては、逆のことがいえる（図2.7参照）。これは、高速道路整備により1度のトリップで長い距離を移動できるため、少ないトリップ回数でチェーンを形成することになり、平均トリップ回数の減少につながったものと考えられる。減少ゾーンについては、一般道のみでチェーンを形成するパターンが増え、1つ1つのトリップが短くなり、それによって多頻度型に移行した（チェーン内トリップ回数が増えた）ためであると考えられる。また、平均トリップ回数が異常に増えたゾーン（97,101,31ゾーン）があるが、これらのゾーンは、高速利用率が2時点間で半減したゾーンである。このことから、高速利用率とトリップ回数には関連があると思われる。

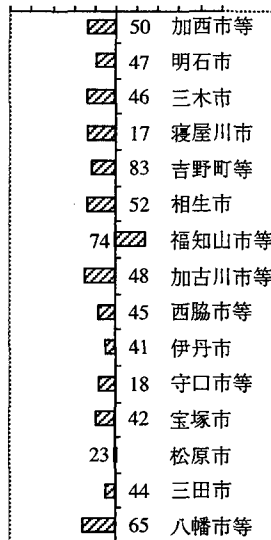
3. 密接関連概念とトリップチェーン

(1) 従来の密接関連研究

高速道路相互の密接関連性に関する諸研究は、都市高速道路における料金制度であるプール採算制に

平均トリップ回数の増減率

-80% -40% 0% 40% 80%

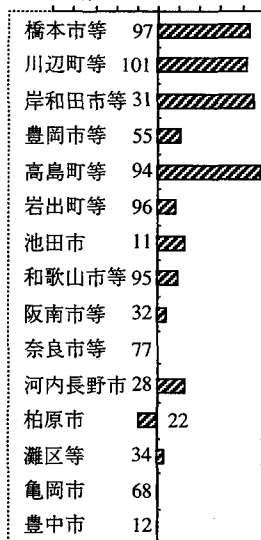


数字はゾーンナンバー

図2.6 上から高速利用増加率上位15ゾーンにおける平均トリップ回数の2時点増減率

平均トリップ回数の増減率

-80% -40% 0% 40% 80%



数字はゾーンナンバー

図2.7 上から高速利用減少率上位15ゾーンにおける平均トリップ回数の2時点増減率

関係して検討されてきた。具体的な研究事例としては、例えば阪神高速道路における料金体系研究として実務的な諸課題を含めて検討がなされた。またこれらの成果は、戸松・佐佐木・井上（1994）³⁾が「補完性」「代替性」の両者の整合をはかった密接関連定量評価式の提案を行っている。また、戸松・西井・津島（1993、1994）^{4), 5)}は、この密接関連の考え方を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により、大阪市の整備街路と既存街路との代替的あるいは補完的関係の程度を計量的に把握する方法を検討している。

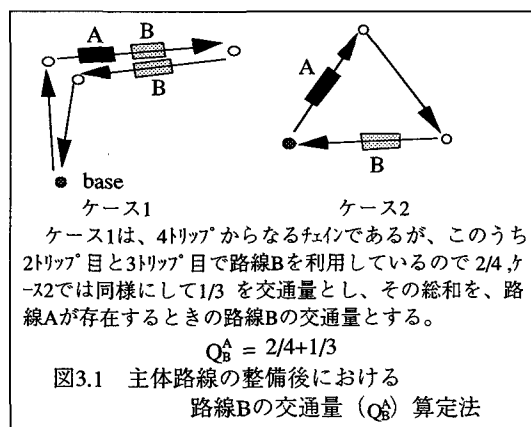
(2) トリップチェーンにおける密接関連係数の定義

個人は1日の交通行動をあらかじめ計画する際には、その日の行程と高速利用区間をイメージする。その中で個々の高速利用区間は、1日全体のトリップチェーン形成において断続的につながっていると考えられる。すなわち、その日のトリップスケジュールというトータルな視点に立つとき、1日の動きの中で高速利用区間は相互に関連をもっている。

また、こうしたトリップチェーンの形成において、利用される高速道路はその整備状況の変化によって

表3.1 密接関係係数定義方法

	トリップ単位	チェーン単位
静態的 密接 関連	$R_{AB}^{(1)} = \frac{Q_{AB}}{Q_A} \dots (1)$ Q_{AB}: 1つのトリップの中で路線A,Bを共に利用する車の台数(交通量) Q_A: 路線Aを利用する車の台数(交通量)	$R_{AB}^{(2)} = \frac{Q_{AB} + C_{AB}}{Q_A} \dots (2)$ C_{AB}: 1日のトリップチェーンの中で路線A,Bを共に利用する車の台数(交通量)
動態的 密接 関連	$R_{AB}^{(3)} = \frac{Q_B^A - Q_B^{\bar{A}}}{Q_A^A} \dots (3)$ Q_B^A: 路線Aが存在するとき路線Bの利用交通量 $Q_B^{\bar{A}}$: 路線Aが存在しないとき路線Bの利用交通量 Q_A^A: 路線Aが存在するとき路線Aの利用交通量	$R_{AB}^{(4)} = \frac{Q_B^A - Q_B^{\bar{A}}}{Q_A^A} \dots (4)$ 路線A整備後 Q_A^A: 個々のチェーンにおけるA利用率の総和 Q_B^A: 個々のチェーンにおけるB利用率の総和 路線A整備前 $Q_B^{\bar{A}}$: 個々のチェーンにおけるB利用率の総和



異なる場合がある。このとき、高速道路の整備前後におけるトリップチェーンの変化を集計することにより、整備路線とその他の路線間との関連（代替性と補完性）を計量化できる。

以下では、従来のトリップ単位の密接関係係数の定義式を紹介し、これに対応するものとして新たにチェーン単位の密接関係係数の定義式を述べていく。

まず、密接関連概念には静態的と動態的など考え方の2種類がある⁶⁾。前者は、「ひとつの利用状態のみで密接関連概念が定義できる場合」であり、基本的には路線A,Bが共にあるときの状態を前提としている。後者の『動態的』密接関連概念とは、路線A,Bが共にあるときの状態から、路線Aが存在していない状態にかけての変化量に着目して定量評価式を導く場合を指す。

表3.1は、それぞれについて、従来のトリップ単位と対比できるように、チェーンとしての関連性を考慮した場合の定義方法を示す。すなわち、チェーン単位の静態的密接関係係数の定義は、従来のトリップ単位の定義式の分子にチェーンとしての関連性

(C_{AB})を加えた形となっている。一方、動態的な密接関係係数の定義の場合には、ある1つのチェーンをあたかも1つのトリップであるかのように考え、そのチェーンにおける各路線の利用率を求めてから、その総和を各路線の交通量とし、表3.1中の式(4)によって密接関係係数を求めている。この定義式によって、1日全体での利用路線の中で着目路線の整備前後の状態における関連性を確率的に求めることができる（図3.1参照）。

ところで一般的に、主体路線は、整備前後において高速道路利用トリップの総数自体が増大する傾向にある。しかし、式(3)、式(4)では、このようなトリップ総数の整備前後における絶対量の伸びは考慮されていない。そこで、主体路線の整備前後における利用状態に基づき整備前後の2時点間の高速道路利用伸び率 γ を考慮することにより、以下の式(5)のような定義式を新たに提案する。

$$R_{AB}^{(5)} = \frac{Q_B^A - \gamma Q_B^{\bar{A}}}{Q_A^A} \dots (5)$$

4. 吸収マルコフ連鎖モデルによるトリップチェーンの記述

ここでは、トリップチェーンアプローチからの密接関連分析を行うために吸収マルコフ連鎖モデルによるトリップチェーンの記述を通じて、前節で示した動態的密接関係係数を推定する方法を述べる。なお、こうした方法は、戸松(1994)⁶⁾による分析の応用的展開の中でその基本的考え方が示されているが、本研究はこれを踏まえて実際のデータを用いた検討を試みたものである。

吸収マルコフ連鎖モデルでは、個々人の状態推移を確率過程としてモデル化するものであり、そのためにはいくつかの状態遷移確率などを定義する必要がある⁷⁾⁸⁾。具体的には、各年次のゾーン間遷移確率や対象とする路線への転換率、トリップ継続確率、そして第1トリップ発生量ベクトルを指す。本研究では、これらをS60年とH2年の実際のデータを用いて求め、吸収マルコフ連鎖モデルによって動態的密接関係係数を算定する。具体的手順は以下の＜計算の前提条件＞と＜吸収マルコフモデルの定式化＞を参考にされたい。

<計算の前提条件>

- (1) トリップ継続確率 a 、ベース帰着確率 $1-a$ を、
高速道路利用チェーンデータより算定。

S60年： $a=0.59141$

H2年： $a=0.57763$

- (2) ゾーン間遷移確率の算定

H2年に関しては、路線Aまたは路線B(B1~B3)を1回でも利用しているチェーンについて、またS60年に関しては、路線B(B1~B3)を1回でも利用しているチェーンについて、ゾーン間遷移確率を求めた。

- (3) 転換率の算定

以下のような各年次のチェーンに関する路線(A,B1,B2,B3)別の利用率を各路線への転換率とした。

H2年：路線Aまたは路線B1を1回でも利用しているチェーン

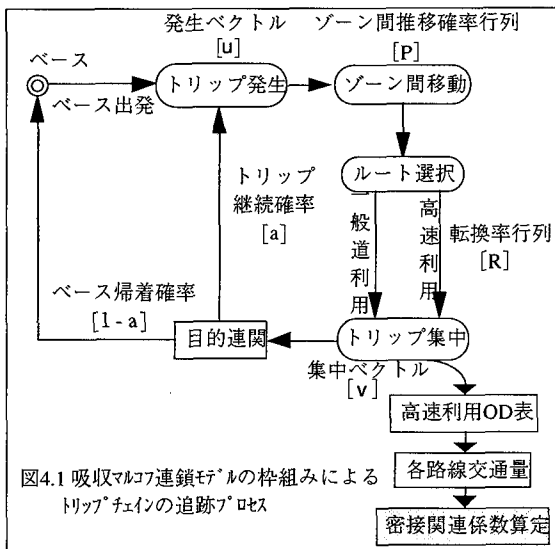
S60年：路線B1を1回でも利用しているチェーン

- (4) 第1トリップ発生量

H2年に関しては、路線Aまたは路線Bを1回でも利用しているチェーンについて、またS60年に関しては、路線Bを1回でも利用しているチェーンについて、それぞれのチェーンにおける第1トリップの出発地別交通発生量を、第1トリップ発生量とした。

<吸収マルコフモデルの定式化>

(記号定義)



$A = (A_1, \dots, A_i, \dots, A_n)$ ：第1トリップ発生量ベクトル
ここに A_i ：i ゾーンからの第1トリップ発生量、 n ：ゾーン数
 $u = (u_1, \dots, u_i, \dots, u_n)$ ：トリップ発生量ベクトル
ここに u_i ：i ゾーンからのトリップ発生量
 $v = (v_1, \dots, v_j, \dots, v_n)$ ：トリップ集中量ベクトル
ここに v_j ：j ゾーンへのトリップ集中量
 a ：業務交通継続確率（立ち回り率）
 $1-a$ ：ベースへの帰着確率（帰着確率）

$P = \{p_{ij}\}$ ：ゾーン間推移確率行列（ n 次正方行列）、 $\sum_j p_{ij} = 1$

なお、以下では $\underline{A}$ 、 $\underline{u}$ など行ベクトルにアンダーラインを付したものは、このベクトル要素を対角行列（ n 次正方行列）で表すものとする。

- (i) 1日のゾーン別発生交通量ベクトル

$$\underline{u} = \underline{A} + \underline{A} \underline{P} (1 - \underline{a} \underline{P})^{-1} \underline{a} = \underline{A} + \underline{v} \underline{a}$$

- (ii) 1日のゾーン別集中交通量ベクトル

$$\underline{v} = \underline{A} \underline{P} (1 - \underline{a} \underline{P})^{-1}$$

- (iii) 立ち回りOD表

$$\underline{X} = \underline{u} \underline{P} = \{x_{ij}\}$$

- (iv) ベースへの帰着トリップOD表

$$\underline{B} = [\underline{A} \underline{P} (1 - \underline{a} \underline{P})^{-1} (1 - \underline{a})]^t = \{b_{ij}\}$$

- (v) ゾーン間高速利用推移確率行列

$$\underline{Q} = \{q_{ij}\} = \{p_{ij} r_{ij}\}$$

- (vi) 立ち回りOD表（高速利用）

$$\underline{Y} = \underline{u} \underline{Q} = \{y_{ij}\}$$

- (vii) 高速利用のベース帰着トリップOD表

$$\underline{Z} = \{b_{ij} r_{ij}\} = \{z_{ij}\}$$

式 (v) で各路線の利用台数を求めるために、ゾーン間推移確率行列 $\underline{P}$ に各路線への転換率 $\underline{R}$ を作用させている。また、式 (vi) や式 (vii) は、第1トリップ（ベクトル $\underline{A}$ ）がもたらす最終的な高速道路利用自動車OD表を示している。したがって、 $\{A_i\}$ と $\{y_{ij}\}$ 及び $\{z_{ij}\}$ 成分との対応づけをはかることによって、チェーンとしての連続性を保存した高速道路利用自動車OD表を推定できることになる。

図4.1は、これらの定式化を示す。あるゾーンから発生したトリップ（第1トリップ発生量）は、チェーンとして連鎖するトリップを繰り返し、結果として高速道路利用OD表が算定される。次いでこの高速道路利用OD表より、各路線の交通量が求められる。そして、これをもとに式 (4)、(5) によって、係数値を算定することができる。

これまで第1段階として、簡単のため近畿圏域を8ゾーンに分割し分析を行った。しかし、吸収マルコフ連鎖モデルを用いて密接関連係数を算定するだけにとどまっていた。そこで、その算定過程での各OD

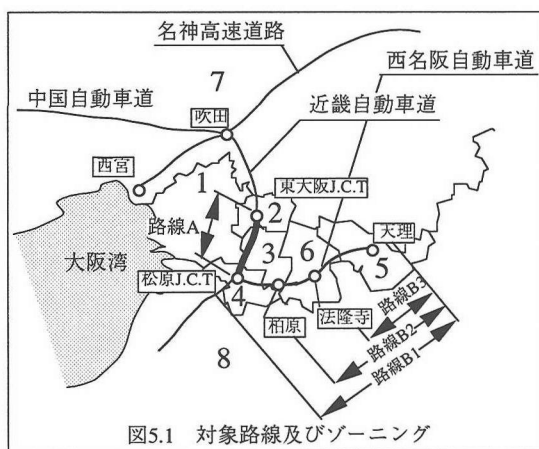


図5.1 対象路線及びゾーニング

表からゾーン間の遷移パターン（流動特性から見たゾーン間の連結性）を細かく追求することができるように、第2段階として、さらに細かい112ゾーン（図2.1参照 近畿圏域：105ゾーン、近畿圏外：7ゾーン）を考えて分析を行った。これにより8ゾーンの場合には、多くのトリップがゾーン内の移動になってしまう問題点があったが、これも解消されと考えられる。

5. 適用結果の検討

路線整備前後についての交通量の変化に着目して密接関連性を考えていく。図5.1は分析対象路線の概略図であり、主体路線（路線A）としては、近畿道（東大阪JCT-松原JCT）を、また客体路線（路線B）としては主体路線に接続している西名阪道の3区間を考えた。

(1) 静態的密接関連係数の算定結果

表5.1は、静態的密接関連係数の算定結果を示す。係数を算定する際、いずれの場合も分母にあたる交通量は同じなので分子の交通量によって係数値が決定される。そのため、客体路線の位置や路線長に

表5.1 静態的密接関連係数

路線	トリップ単位 $R_{AB}^{(1)} = \frac{Q_{AB}}{Q_A}$	チェーン単位 $R_{AB}^{(2)} = \frac{Q_{AB} + C_{AB}}{Q_A}$	相対比率 $\frac{R_{AB}^{(2)} - R_{AB}^{(1)}}{R_{AB}^{(1)}} = \frac{C_{AB}}{Q_{AB}}$
B1	0.394	0.402	2.00%
B2	0.282	0.289	2.37%
B3	0.153	0.157	2.55%

よって係数値は大きく変動する。そこで、絶対値としての係数値を用いるのではなく、トリップ単位とトリップチェーン単位におけるそれぞれの算定係数の相対比率を求めることにより、2路線間の関連性がどの程度であるかを眺めていくことにする。

路線長による密接関連係数への影響を考えてみよう。ここで取り上げた客体路線はB1の一部がB2、B3となっている。また、路線全部を利用した場合だけに限らず、路線の一部でも利用した場合はその路線の利用交通量として定義しているので、路線長の長い客体路線のケースでより大きな係数値が算定されている。逆に、相対比率で評価すると、路線が短い場合の方が大きい値となっている。

これは、とくに路線B1が主体路線Aと直結しているため、トリップの単位で使用されるケースが多く、チェーンとして限ってみた場合に、路線Aと路線B1との共通交通量の割合が少ないからである。逆に考えると、路線B3は、路線Aと異なるトリップとして利用される場合が多いが、チェーンとして考えたときに、路線B1に比べて、路線Aと関連して利用をしている割合が高いということを意味している。

(2) 動態的密接関連係数の算定結果

動態的密接関連係数の算定結果を図5.2に示す。トリップ単位とチェーン単位との係数を比較すると、ほとんどのケースにおいてチェーン単位の係数の方がトリップ単位の係数に比べて大きく、わずかであるが補完性が強調された結果となっている。

また路線長による係数への影響をみると、中間的

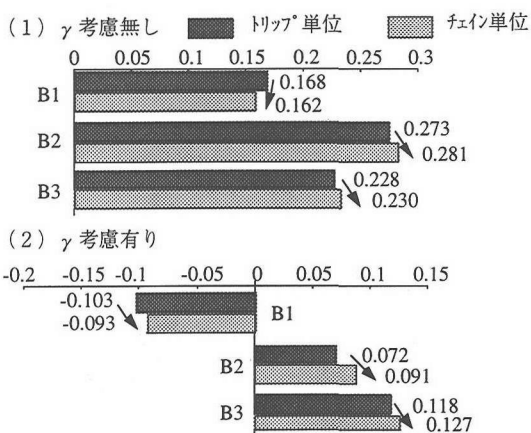


図5.2 実データによる動態的密接関連係数値の比較

な路線長（B2）のケースで係数値が最も大きな値を示している。これは、主体路線と客体路線との距離が近い区間を含む（B1）ケースでは基本的に両方の路線をトリップの単位で利用する交通量の割合が大きいものに対して、やや離れた比較的短い路線のケースに、トリップの単位では許容できなかったチェーン単位としての関連利用の割合が高くなる傾向があるためと考えられる。

(3) 吸収マルコフ連鎖モデルによる推定結果

実データからトリップ継続確率および第1トリップ発生量を求め、これらから算定された各路線利用OD表から、各路線の交通量を得る。密接関連係数は、この交通量を式（4）、（5）に代入して算定できる。

算定結果は図5.3に示す通りである。全体の傾向としては8ゾーンのケースで算定した結果と大きな変化はない。しかし、8ゾーンのケースよりもすべての路線で大きな係数値が算定されている。この理由としてゾーニングを細かくすることで従来の8ゾーンでは同一ゾーン内移動とみなされていた交通量を把握できたためと考えられる。各路線の交通量は表5.2に示した。これを見ると112ゾーンのケースの交通量の方が大きな値を得ていることが明らかである。

また、モデルにより算定された係数値の傾向を見ると、伸び率 γ を考慮しない場合、B2が最も大きく、B3、B1の順で小さくなっている。このような結果となった原因を追究するため、この密接関連係数 R_{AB} の定義式に用いた各年次の交通量について考察を行う（表5.2参照）。もともと、路線の長短に関わらず分母

表5.2 モデルによる各路線推定交通量

路線	8ゾーン		112ゾーン	
	S60年	H2年	S60年	H2年
B1	40902	43873	43555	48270
B2	27980	36151	31526	40877
B3	13267	19517	16577	24424
A		31666		35597

となるH2年交通量は同じである。また、各路線の交通量も路線の最も長いB1路線が多いという当然の結果を示している。しかし、われわれが定義してきた動的な密接関連係数算定式では、客体路線BのS60年からH2年へかけての交通量変化（絶対量）を分子としているため、この変化の最も大きいB2路線の係数値が大きくなったといえる。

本モデルによる推定値は、路線Bの各区間（B1、B2、B3）に関して実データから得られているチェーン単位の係数値と比較すると、全体的に過小評価となっている。しかし、8ゾーンの場合にはB1で約4割、B2で約2割程度で過小であったが、112ゾーンの場合にはB1でも2割以下となり、過小評価とはいえ、係数値の傾向は概略とらえていると判断できる。

現時点では、このようなモデルの適合しない原因について明確な回答が用意されているわけではないが、少なくともB1のように客体路線の路線長が長いケースでは、チェーン単位での関連利用交通量の抽出において現実的でないパターンをモデル上で取扱ってしまう危険性もあることから、密接関連の分析対象路線のとらえ方そのものにも改良の余地が残されているものと考えられる。

本研究の着眼点は、高速道路整備効果の発現パターンを広域ネットワーク上の交通流動パターン（すなわちトリップチェーンの変化を1日ベースで眺めること）から明らかにすることであり、そのためにトリップチェーンの表現に有効なマルコフ連鎖モデルを適用し、これを用いた密接関連分析を行ったものである。

このような分析フレームを用いたネットワーク整備評価の実用的検討は、トリップチェーンの記述と予測、さらにそのネットワーク上への交通量配分手法など課題も多い。ただ交通センサスデータといった複数時点間の比較可能な交通量データが整備された場合には、整備路線の全体ネットワーク上の機能や影響力を計量的に把握できるので、整備路線の優

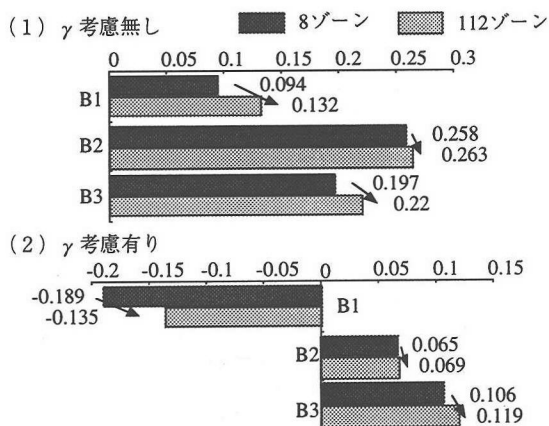


図5.3 ゾーニングによる係数比較

先順位や、高速道路と地域社会の活動量との相互関係の分析などその実用価値は大きいと考えられる。

本研究を遂行するにあたり、特に密接関連分析において地域・交通計画研究所 戸松稔氏には研究討議に参加していただき、本論文の取りまとめに貴重な意見を頂戴した。ここに深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 佐佐木綱、西井和夫：都市高速道路建設に伴う経済効果の地域帰属に関する研究,土木学会論文集,第326号,1982
- 2) 阪神高速道路公団料金体系委員会報告書：密接関連性の定量評価法の検討,pp.5~28,1985
- 3) 戸松稔,佐佐木綱,井上矩之：都市高速道路の密接関連性の定量評価方法,高速道路と自動車,第37巻,第5号,pp.20~25,1994
- 4) 戸松稔,西井和夫,津島康弘：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,土木学会論文集, No.494, pp.87~95,1994
- 5) 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
- 6) 戸松稔：都市高速道路における密接関連性の定量評価方法に関する研究,1993,京都大学学位論文
- 7) 近藤勝直：トリップチェーン手法を用いた都市交通需要推計プロセス,1977,京都大学学位論文
- 8) 西井和夫,近藤勝直,戸松稔,長谷川千明,北原淳一：トリップチェーンを考慮した高速道路相互間の密接関連分析,土木計画学研究・講演集 18 (1), pp.369~372,1995

高速道路整備前後におけるトリップチェーン特性の把握とそれに基づく密接関連分析

西井和夫、近藤勝直、長谷川千明、北原淳一

本研究の目的は、密接関連の考え方を発展させ、広域的ネットワーク上のトリップチェーン特性の観点から整備路線を評価する手法を提案し、その有効性を実証的に検討することにある。また、本分析は、密接関連係数とトリップチェーン特性に着目することにより、従来のトリップ単位に比べて1日生活圏レベルの交通の連鎖性を明示的に取扱える特徴を持つ。具体的には、1日走行距離、トリップ回数等の諸指標値の高速道路整備前後の増減値として地域別に眺めることによりチェーンの生成と高速道路整備との関係を明らかにした。さらに、吸収マルコフ連鎖モデルを構築し、チェーン特性を考慮した密接関連係数算定を試み、その有効性を確認した。

Some Characteristics of Network-Connectivity in Highways: Trip Chaining Analysis

by Kazuo NISHII, Katsunao KONDO, Chiaki HASEGAWA and Jyun-ichi KITAHARA

The purpose of this paper is to identify the relation between highway construction and the formation of trip chainings by zone, considering both ratio of the number of car-users after highway construction and the distance from the center area to each zone. After some characteristics concerning trip chaining patterns are empirically explored, a Markov-chain model is developed to estimate the values of the network-connectivity index before/after highway construction.
