

幹線道路ネットワークの整備が地方生活圏間交流の時間価値及び誘発交通に与える影響*

The Effects of Trunk-Road-Network on Time Value and Induced Traffic among Local Areas*

北岡大記**・熊谷恒一郎***・中島寛崇****・角 知憲*****

By Daiki KITAOKA**・Koichiro KUMAGAI***・Hiroataka NAKASHIMA****・Tomonori SUMI*****

1. はじめに

経済効率性、地域格差是正等を目的に実施されてきた幹線道路網の整備は、生活圏間の時間距離を大幅に短縮させ、交流機会の増加さらには生活圏間の交通行動の変容や階層構造の変化と結びつき、地域の社会経済を支えてきた。都市的機能の集積が少ない地方圏では、厚生水準向上のため今後とも広域移動が必須であり、今後も高速交通網の意義・有用性は大きい。

本研究は、生活圏間交通量を対象に誘発交通予測および時間価値を計測する手法を提案し、九州地域を例に多時点にわたる自動車OD調査のデータを用い、幹線道路網の経年的整備により誘発された交通量を通じて、時間価値の経年的変化については高速道路交通手段の便益の変化に与えた影響を考察しようとするものである。

2. 生活圏間交流の現状とモデルの概要

(1) 九州における生活圏間交流の現状

幹線道路網整備による誘発交通量を捉えるにあたり、中・長距離交通に着目し生活圏間のODにより考察を行っていく。

九州地域における昭和55年度及び平成11年度の自動車起終点調査から生活圏間の走行台キロの流出量を算出し、ISM分析により生活圏の階層構造を分析した結果

*キーワード：計画基礎論、整備効果計測法、交通網計画

**正会員、工修、福山コンサルタント

(福岡市博多区博多駅東3-6-18、
TEL092-471-1417、FAX092-477-2570)

***フェロー、工修、(社)九州建設弘済会

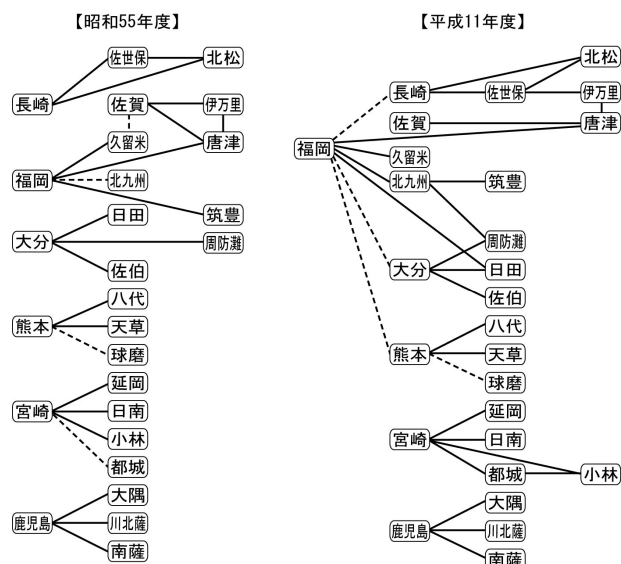
(福岡市博多区博多駅東2-5-19、
TEL092-481-3781、FAX092-481-3785)

****正会員、工修、首都高速道路株式会社

(東京都千代田区霞が関1-4-1、
TEL03-3502-7311)

*****正会員、工博、九州大学大学院教授

(福岡市西区元岡744、
TEL092-802-3405、FAX092-802-3405)



図一 九州地域の生活圏の階層構造の変化(S55~H11)

を図一に示す(実線はISM分析における閾値8.5%の場合、点線は閾値4%の場合)。¹⁾

北部九州地域をみると、昭和55年当時から、政令市の福岡、北九州の他、各県庁所在地を中心に隣接生活圏同士の交流圏がすでに形成されており、広域的交流圏の中心となる生活圏をなしていたことがわかった。

昭和55年以降の幹線自動車道の整備(図一2)により、平成11年になると、北部九州地域が福岡を中心とする緊密な広域交流圏を形成しようとしている。しかし一方で南九州では一部、広域化が見られたものの依然として県庁所在都市を中心とする交流圏に留まっていると見ることができた。

このように、九州地域においては、幹線道路網の整備が、遠隔の生活圏間の交通量を増大させ、福岡などの核生活圏を中心とした都市圏構造の新たな構築を支えてきたと見ることができる。

本研究では、交通サービスが変化することにより利用者に生じた交通量の変化量つまり誘発交通量に着目し、時間価値を計測する手法の提案ならびに幹線道路の整備が交通目的毎の時間価値に与えた影響等について考察を行ったものである。

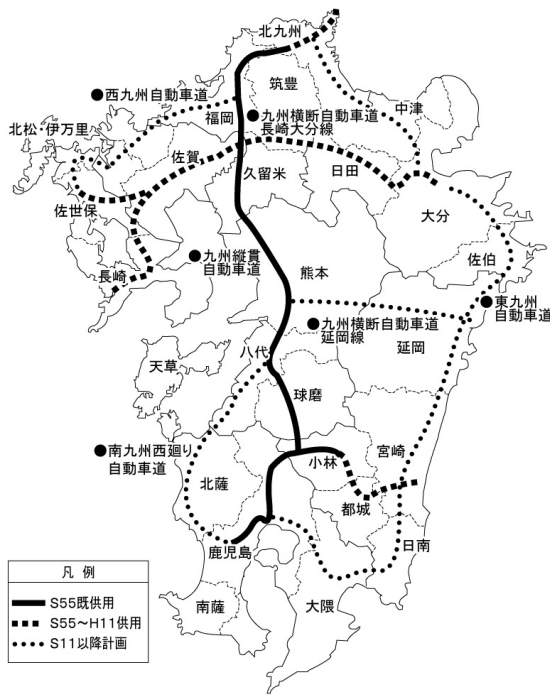


図-2 九州地域の高速度道路等の整備

(2) 誘発交通量推定モデル

道路事業の「費用便益分析マニュアル」(以降、B/Cマニュアル)²⁾における時間価値については、交通量配分時に有料道路と一般道路の交通量を適切に反映しない等³⁾の課題が存在しており、高速道路交通の交通量推計、便益計算での時間価値の設定は交通計画において重要な課題となっている。

本研究では、時間短縮により生じる誘発交通⁴⁾に着目し、時間短縮以外の要因の誤差項を含みやすい重力モデルの問題点を排除すべく誘発交通量推定モデルを示し、誘発交通量ならびに時間価値を推定する方法を提案する。

$$T_{ij} = k \frac{O_i D_j}{C_{ij}^\alpha} \dots \dots \dots (1)$$

T_{ij} : ゾーン*ij*間のOD交通量
 O_i : ゾーン*i*の発生交通量または発生ポテンシャル
 D_j : ゾーン*j*の集中交通量または集中ポテンシャル
 C_{ij} : ゾーン*ij*間の交通抵抗
 k, α : パラメータ

本研究で用いた誘発交通量推定モデルは、式(1)の変分をとり式(2)のようになる。

$$\Delta T_{ij} = k(\Delta O_i)D_j C_{ij}^{-\alpha} + kO_i(\Delta D_j)C_{ij}^{-\alpha} + kO_i D_j \left\{ (C_{ij} + \Delta C_{ij})^{-\alpha} - C_{ij}^{-\alpha} \right\} \dots \dots (2)$$

交通抵抗($C_{ij} + \Delta C_{ij}$)については、以下のようにテイラー展開する。なお、この式において4次以降の項は無

視できるほど小さいと考えられるので省略する。

$$(C_{ij} + \Delta C_{ij})^{-\alpha} = C_{ij}^{-\alpha} + (-\alpha)C_{ij}^{-\alpha-1}\Delta C_{ij} + \frac{(-\alpha)(-\alpha-1)}{2}C_{ij}^{-\alpha-2}\Delta C_{ij}^2 + \frac{(-\alpha)(-\alpha-1)(-\alpha-2)}{6}C_{ij}^{-\alpha-3}\Delta C_{ij}^3 + \dots \dots (3)$$

式(3)を式(2)に代入することにより本研究で用いる誘発交通量推定モデルは式(4)で示される。

$$\Delta T_{ij} = k(\Delta O_i)D_j C_{ij}^{-\alpha} + kO_i(\Delta D_j)C_{ij}^{-\alpha} + kO_i D_j \left\{ (-\alpha)C_{ij}^{-\alpha-1}\Delta C_{ij} + \frac{(-\alpha)(-\alpha-1)}{2}C_{ij}^{-\alpha-2}\Delta C_{ij}^2 + \frac{(-\alpha)(-\alpha-1)(-\alpha-2)}{6}C_{ij}^{-\alpha-3}\Delta C_{ij}^3 + \dots \right\} = k(\Delta O_i)D_j C_{ij}^{-\alpha} + kO_i(\Delta D_j)C_{ij}^{-\alpha} + k \frac{O_i D_j}{C_{ij}^\alpha} \left\{ -\alpha \frac{\Delta C_{ij}}{C_{ij}} + \frac{(-\alpha)(-\alpha-1)}{2} \left(\frac{\Delta C_{ij}}{C_{ij}} \right)^2 + \frac{(-\alpha)(-\alpha-1)(-\alpha-2)}{6} \left(\frac{\Delta C_{ij}}{C_{ij}} \right)^3 + \dots \right\} \dots (4)$$

また式(1)における交通抵抗として複数の交通手段を考慮した交通抵抗が定義されるが、交通手段として一般道利用と高速道利用の2手段を考慮すると、例えば以下のような定義が仮定できる。

$$C_{ij} = P_{ij}^{(h)} C_{ij}^{(h)} + P_{ij}^{(g)} C_{ij}^{(g)} \dots \dots \dots (5)$$

(*h*), (*g*)はそれぞれ高速道路と一般道路の利用を表わし、 P_{ij} はその選択率、 C_{ij} はその交通抵抗を表わす。

この式における手段選択率の与え方には様々なものがあるが、幹線道路を整備した場合、幹線道路のOD交通量が増加するという現象を反映する犠牲量モデル⁴⁾を適用し手段選択率を与えた。

犠牲量モデルでは、交通機関の利用にあたって、利用者は損失(犠牲量)がもっとも少なくなるように選択すると仮定するものである。犠牲量の要因としては次のような式が仮定できる。

$$S = C + at \dots \dots \dots (6)$$

S : 犠牲量(円) t : 所要時間(分)
 C : 料金(円) a : 時間価値(円/分)

交通機関1、2の選択率 P_1, P_2 は対数正規分布と仮定した時間評価値の分布曲線 $\phi(a)$ を用いて式(7)、(8)のようになる。

$$P_1 = \int_{a_1}^{a_1} \phi(a) da \dots \dots \dots (7)$$

$$P_2 = \int_{a_2}^{a_2} \phi(a) da \dots \dots \dots (8)$$

犠牲量 S_k ($k=1, 2$)と、式(1)の交通抵抗の意味す

るところは同じなので、以下では $C_{ij} \equiv S_k$ とする。つまり犠牲量モデルを用いた交通抵抗は交通機関1、2の犠牲量の期待値(9)、(10)を用いて(11)と定義される。

$$C_{ij}^{(1)} = \int_0^{a_0} t_1 * a * \phi(a) da \quad \dots \dots \dots (9)$$

$$C_{ij}^{(2)} = \int_0^{a_0} (t_2 * a + C_2) * \phi(a) da \quad \dots \dots \dots (10)$$

$$C_{ij} = P_{ij}^{(h)} C_{ij}^{(h)} + P_{ij}^{(g)} C_{ij}^{(g)} = C_{ij}^{(2)} + C_{ij}^{(1)} \quad \dots \dots \dots (11)$$

(3) モデル推定の方法

複数年度のデータを用いて式(4)、式(11)のパラメータを推計することになるが、パラメータ推計においては生活圏間交通量の誘発交通量の実測値と推定値の二乗誤差の和が最小となるように推定した。つまり、推定値 E_{ij} 、実測値 M_{ij} とすると式(12)のように表せる。

$$\min \sum (M_{ij} - E_{ij})^2 \quad \dots \dots \dots (12)$$

式(4)において、2時点分の調査により得られた実測値 $O_i, D_j, \Delta O_i, \Delta D_j, C_{ij}, \Delta C_{ij}$ を用いて各パラメータを推定することにより誘発交通量推定モデルを導出する。

また、一方で犠牲量モデルによって定まる高速道路転換率について検証を行った。

検証には旧道路公団が提案している転換率式を用いた。その式は式(13)の通りである。

$$P = \frac{1}{1 + \alpha(X/S)^{\sum(\beta di)} / T^\gamma} \quad \dots \dots \dots (13)$$

P : 転換率
 X : 料金/時間差 (円/分)
 T : 時間差 (分)
 di : 地域ダミー (該当する区分の場合のみ1, 該当しないときは0とする.)
 α, β, γ はパラメータ
 S : シフト率

本研究で用いた犠牲量モデルでの転換率計算結果と旧道路公団が提案する転換率計算結果を比較した。

比較した犠牲量モデルは平成11年度のもので、交通目的は生活交通、車種は乗用車とした。また、旧公団の発表している九州内交通の転換率が公表した数値になるようシフト率のパラメータを設定した。

図-3がその結果であるが、同様な傾向で転換率が算出されている。この結果から本研究で用いる犠牲量モデルは、比較的精度良く転換率を再現できていると考えられ、以降のパラメータ推計を行っていった。

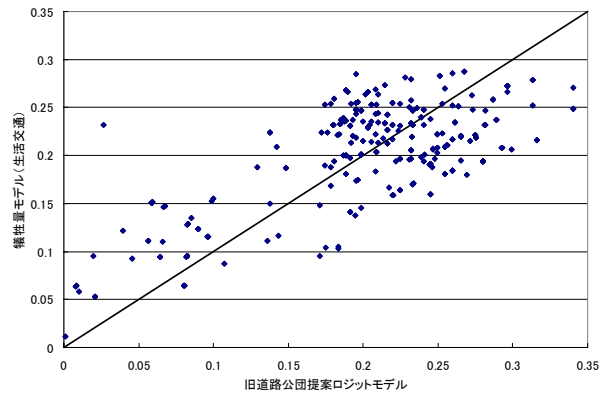


図-3 転換率計算結果の比較

3. 九州地域の生活圏ODによるモデル推計結果

生活圏間の目的別ODについて式(4)、式(11)のパラメータの推計を行った。目的区分は以下の3つに集約し以下の検討を行った。

- 生活：出勤、登校、家事・買物、社交・娯楽
 - 余暇：観光・行楽・レジャー
 - 業務：営業用、業務A (荷物の運搬を伴う業務)、業務B (荷物の運搬を伴わない業務)
- パラメータ推計結果は以下の通りとなった。

表-1 目的別年次別のパラメータ

| | 生活交通 | | 余暇交通 | | 業務交通 | |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | S55~H2 | H2~H11 | S55~H2 | H2~H11 | S55~H2 | H2~H11 |
| k | 0.0236 | 0.0236 | 0.0215 | 0.0227 | 0.0442 | 0.0332 |
| α | 1.6000 | 1.5233 | 1.7010 | 1.6925 | 1.6756 | 1.2753 |
| μ | 1.3637 | 1.8000 | 1.5750 | 1.7640 | 1.3860 | 1.5360 |
| σ | 2.2080 | 2.3000 | 2.3000 | 2.2000 | 2.4000 | 2.5000 |
| γ | 0.714 | 0.780 | 0.581 | 0.624 | 0.661 | 0.532 |

また、昭和55年度、平成2年度のデータにより平成11年度のODについて再現した結果を図-4に示す。一例として生活目的を示すが、相関も良く、比較的良好的な精度で現況再現できた。

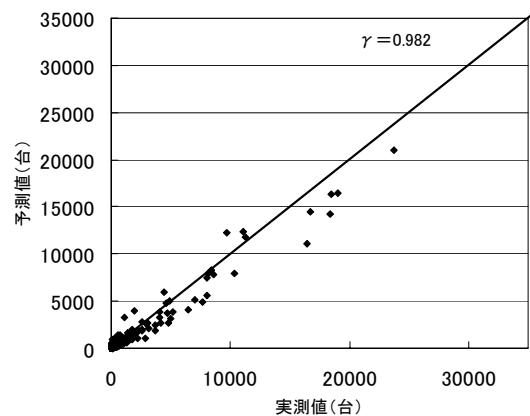


図-4 現況 (H11) 再現結果 (生活目的)

次に時間価値について整理を行った。まず犠牲量モデルの時間評価値の分布系として仮定した対数正規分布の平均E(a)が時間価値と定義される。時間価値をCとすると時間価値は式(12)のように定義される。

$$C = E(a) = \exp(\mu + \sigma^2 / 2) \quad \dots \dots \dots (14)$$

したがってこの式に前述で推定したパラメータを代入して時間価値を算定する。ただし推定されるパラメータは昭和55年～平成2年、平成2年～平成11年と長い期間の間での平均的な時間価値となる。時間価値を考える際それぞれの年代での経済格差を考慮しデフレータにより、平成7年度価格の μ' に補正した。(内閣府 国民経済計算参照)

各期間各目的での μ' 補正結果は表-2の通りである。また、求められた時間価値を図-5に示す。

表-2 μ' 推計結果

| | 生活交通 | | 余暇交通 | | 業務交通 | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | S55~H2 | H2~H11 | S55~H2 | H2~H11 | S55~H2 | H2~H11 |
| μ' | 1.2340 | 1.7430 | 1.4450 | 1.4940 | 1.2560 | 1.8410 |

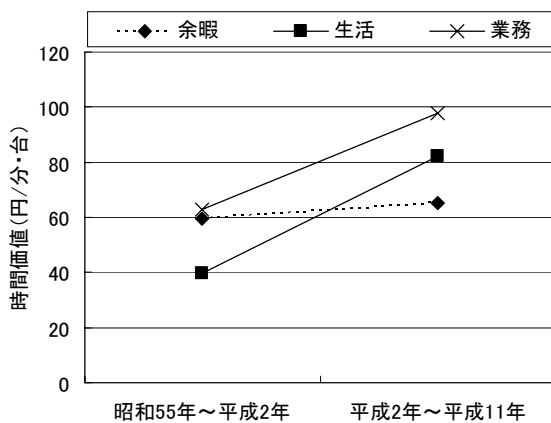


図-5 時間価値推計結果 (平成7年度価格)

昭和55年～平成2年では、生活交通が約40円/分・台、余暇、業務交通が約60円/分・台となっていた。また平成2年～平成11年では生活目的は約2倍の80円/分・台、余暇交通は概ね横ばいの約65円/分・台、業務交通は2倍を超える増加で約100円/分・台となった。

また、今回推計された時間価値は概ねB/Cマニュアルにおける時間価値と同等の傾向が得られた。

4. 考察

本研究では、重力モデルを基に提案した誘発交通量推定モデルを九州の地方生活圏に適用したところ、交通サービスの変化による地方生活圏の交通行動の変化を概ね再現することができた。

また、時間価値の値については概ねB/Cマニユ

ルにおける時間価値と同等の傾向が見られた。

また時間価値の変化について目的別に見ると、余暇活動についてはほとんど横ばいの結果となっている。近年の労働時間の減少、余暇時間の拡大、安近短などの余暇の過ごし方の変化等により余暇行動にかかる金額が減ったことが原因として考えられる。一方、生活、業務交通については時間価値が増加傾向にあり将来的にも増加傾向が想定される。

幹線道路整備が業務交通などの時間価値に与えた影響は大きいものと考えられる。

5. 結論

本研究は、生活圏間交通量を対象に誘発交通予測および時間価値を計測する手法を提案し、九州地域を対象として、幹線道路網が誘発交通や時間価値に与えた効果を考察したものである。本研究によって得られた結論は、次のようにまとめられる。

- 1) 誘発交通と同時に時間価値を推計する手法を提案し、地方生活圏の交通行動の変化を概ね再現することができた。また同時に時間価値を測定した結果、概ねB/Cマニュアルと同等の結果が得られた。
- 2) 時間価値について目的別に見ると大きさ、変動量に違いが見られた。幹線道路整備が交通目的によってはその時間価値に大きな影響を与えていたことが確認できた。
- 3) 今回の研究では概ね10年スパンの誘発交通を対象に、誘発交通予測及び時間価値の計測を行ったが、一部推計誤差を多く含む地域が見られた。3～5年という短い期間での誘発交通を対象とすることで、交通サービス以外の要因を排除できると思われる。

参考文献

- 1) 中島寛崇ほか：幹線道路ネットワークの整備が地方生活圏間の交流と階層構造に与える影響，第33回土木計画学研究発表会（春大会）講演論文集（CD-ROM），No. 195（2006）
- 2) 国土交通省 道路局 都市・整備局：費用便益分析マニュアル、H15. 8
- 3) 毛利雄一，井上紳一：道路交通需要予測及び便益計測における時間価値の課題，土木計画学研究・講演集，No. 33（2006）
- 4) 赤木新介：新 交通機関論 ―社会的要請とテクノロジー―，コロナ社