

東京都市圏における交通行動の地域特性分析と都市構造の評価に関する研究

Analysis on Characteristic of Traffic behavior and Evaluation of Urban Structures
in the Tokyo Metropolitan Area

杉田浩・鹿島茂・谷下雅義・高嶋裕治

by Hiroshi Sugita, Shigeru Kashima, Masayoshi Tanishita and Yuji Takashima

1. 背景と目的

運輸部門のエネルギー消費の削減には乗車効率の改善や公共交通への転換などさまざまな対策が考えられるが、抜本的なエネルギー消費削減のためには都市構造の変更の必要性がある¹⁾²⁾。そこで、本研究は東京都市圏を対象に、都市構造として特に居住地に着目し、どのような人口の分布がエネルギー消費量を削減できるのかを検討することを目的とする。具体的には、

(1) 東京圏を6地域に区分し、各地域居住者の1日の交通行動(例えば、自動車による移動距離等)、交通エネルギー消費量及び交通費用を推計する。

(2) 地域特性をもとに交通行動のモデル化を行い、人口分布を所与としたときのエネルギー・費用の推計モデルを構築する。

(3) このモデルを用いてエネルギー消費量、交通費用を削減するような都市構造(居住人口分布)について検討する。

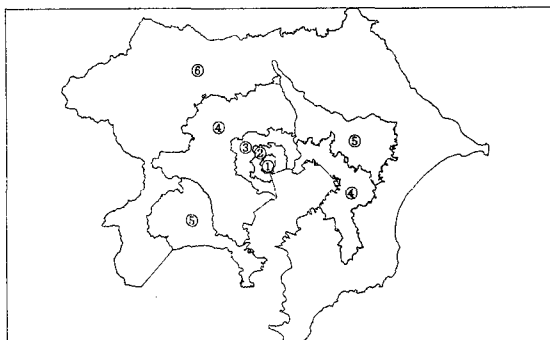


図1 地域区分

表1 地域別の居住者数・世帯数

	居住者数 (万人)	世帯数 (万世帯)	世帯人数 (人/世帯)	人口密度 (千人/km ²)
①都心	22.4(0.9)	11.5(1.1)	1.94	5.3
②都心周辺	197.1(8.1)	99.8(9.9)	1.98	11.7
③周辺	419.2(17.3)	195.2(19.4)	2.15	10.3
④近郊外	1,020.1(42.1)	420.0(41.6)	2.43	3.5
⑤郊外	386.6(16.0)	148.5(14.7)	2.60	1.9
⑥遠郊外	376.0(16.5)	134.2(13.3)	2.80	0.4

(注) ()内は全体に占める構成比(%)

2. 対象地域区分

東京都市圏PT調査におけるゾーン分割をもとに、1)基幹道路及び鉄道網、2)都心3区からの空間的距離、という2つの基準から図1のように6地域を設定した。居住者数、世帯数及び人口密度を表1に示す。

3. 交通行動の地域特性分析

(1) 交通手段別の利用状況

a) 地域特性の指標

居住者の交通手段利用について地域特性を、以下の指標から示す。なお、対象とした交通手段は鉄道・バス・自動車の3手段である。

①平均トリップ数：居住者の1日の交通行動回数

②利用率：全居住者の中で1日に各手段を利用した割合

③平均移動距離・平均所要時間：手段別の1日に費やした時間と距離

④平均速度：手段別の移動速度

b) データの作成

指標の算出に使用したデータは第3回東京都市圏PT調査(昭和63年度)データである。PT調査では各トリップの移動距離はなく、出発地・到着地の移動場所が調査されているだけである。そこで、PT調査で用いられた最小ゾーンをもとに交通ネットワークを想定し、各トリップの移動距離データを推計した。

c) 分析結果と考察

交通手段利用における地域特性を図2～6に示す。これより以下のことがわかる。

①都心の居住者の方が鉄道の平均トリップ数は多く、郊外の居住者の方が自動車は多くなる(図2)。

②都心の地域居住者ほど鉄道の利用率は高く、郊外の

* キーワズ 交通行動分析、都市計画

**正 工修 計量計画研究所(新宿区市ヶ谷本村町 2-9 TEL03-3268-9911)

***正 工博 中央大学理工学部(文京区春日 1-13-27 TEL 03-3817-1817 FAX 03-3817-1803)

****正 工修 福山コンサルタント(福岡市博多区博多駅東 3-6-18 TEL092-471-0211)

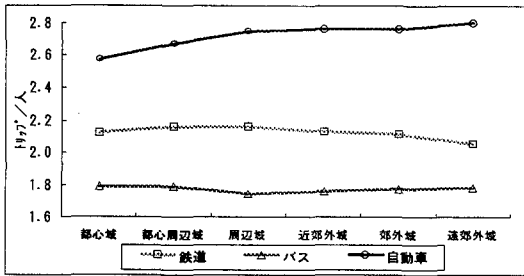


図2 交通手段別の平均トリップ数

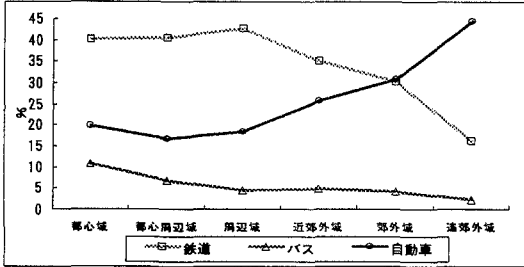


図3 交通手段別の利用率

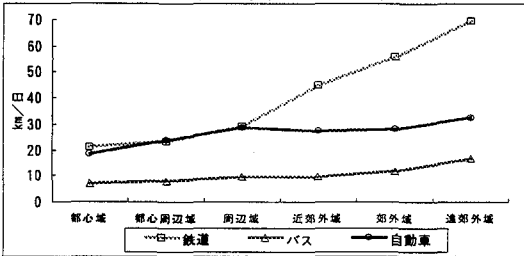


図4 交通手段別の平均移動距離

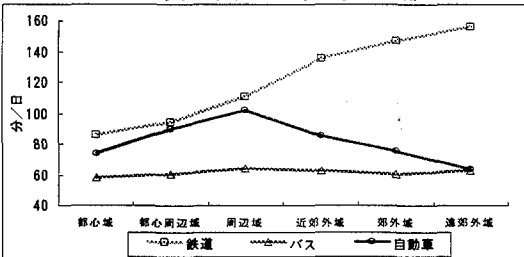


図5 交通手段別の平均所要時間

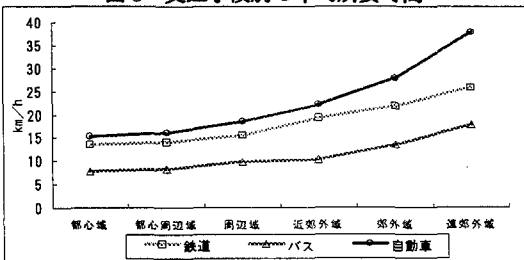


図6 交通手段別の平均速度

地域ほど自動車の利用率が高い(図3)。これは①で示した都心は鉄道、郊外は自動車の平均トリップ数が多いためである。

③自動車交通に着目すると、所要時間・移動距離ともに周辺域で長く利用されている(図4、5)。

④平均速度は手段によらず郊外ほど速く、特に遠郊外域の自動車では都心域の約2.5倍もある(図6)。

(2) 交通手段別のエネルギー消費量・交通費用

a) 推計方法

・エネルギー消費量

既存研究¹⁾の多くは、エネルギー消費量を推計する際に交通手段別のエネルギー消費原単位を全国一律であると設定している。しかし、エネルギー消費原単位は、速度や乗車人数などにより地域差が大きいと考えられる。そこで、本研究は、これらを考慮するために以下の式を用いた。

$$\text{鉄道} : E_i = G \times d_i / n$$

$$\text{バス} : E_i = \varepsilon_1(v_i) \times h_1 \times d_i / n$$

$$\text{自動車} : E_i = \varepsilon_2(v_i) \times h_2 \times d_i / n_i$$

E : エネルギー消費量 (kcal/日)

d : 平均移動距離 (km/日)

v : 平均速度 (km/h)

$\varepsilon(v)$: 燃料消費量推定式 (cc/km)

G : エネルギー消費原単位 (kcal/km)

$h_{1,2}$: 軽油・ガソリンの発熱量 (kcal/cc)

n : 乗車人数 (人)

i : 地域 (①都心域～⑥遠郊外域)

乗車人数はPT調査データをもとに算出を行うが、鉄道・バスに関しては地域別のデータが得られなかったため地域によらず一定であると仮定した³⁾

・交通費用

交通に要する費用は走行費用(鉄道・バス料金、自動車燃料費)に所要時間を金額に換算した時間費用を含めて推計を行う。

$$\text{鉄道} : C_i = \alpha_1 \times d_i + \beta \times t_i$$

$$\text{バス} : C_i = \alpha_2 \times d_i + \beta \times t_i$$

$$\text{自動車} : C_i = \varepsilon_2(v_i) \times \alpha_3 \times d_i / n_i + \beta \times t_i$$

C : 交通費用 (円/日)

t : 平均所要時間 (分/日)

$\alpha_{1,2}$: キロ当たり費用 (円/km)

α_3 : ガソリン単価 (円/cc)

β : 時間価値 (円/分)

b) 推計結果と考察

推計結果(図7,8)より以下のことがわかる。

①居住者1人当たりのエネルギー消費量は、必ずしも

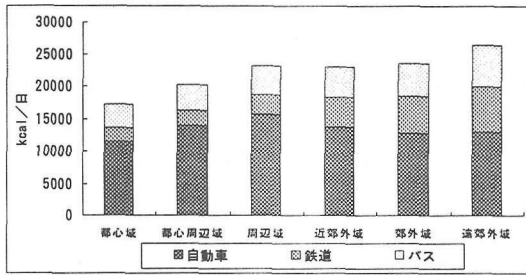


図7 交通手段別のエネルギー消費量

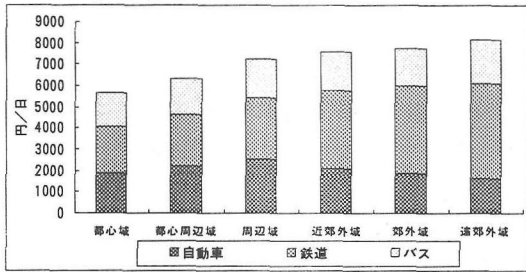


図8 交通手段別の交通費用

郊外から都心に行くに従って大きくはならない。特に自動車利用によるエネルギー消費量は、都心と郊外の中間地域に居住する人が最も高い(図7)。

②交通費用は、郊外の地域居住者ほど高くなる。特に鉄道利用による費用は各地域ともに高い割合を示し、郊外の地域ほどその割合は高くなる(図8)。

以上の交通特性は現状の都市構造(居住地、業務地、インフラ整備量(鉄道・道路網))に大きく影響を受けていると考えられる。そこで、業務地、インフラ整備量が変化しないと仮定し、居住地(人口の分布)の変化によりエネルギー消費量・交通費用をどの程度削減できるのかについて検討する。

4. 交通行動のモデル化

(1) モデルの構造

居住地の移転による人口の増加はその地域を移動する各交通手段の利用者を増加させる。それにより移動速度は低下(所要時間増加)し、利用者はより速い手段へと変更を行うと考えられる。本研究では、利用者の交通手段選択(分担率)行動を表し、交通市場の均衡を考慮して、図9のようにモデル化を行った。なお、移動速度及び機関分担は次式により求まるものとした。

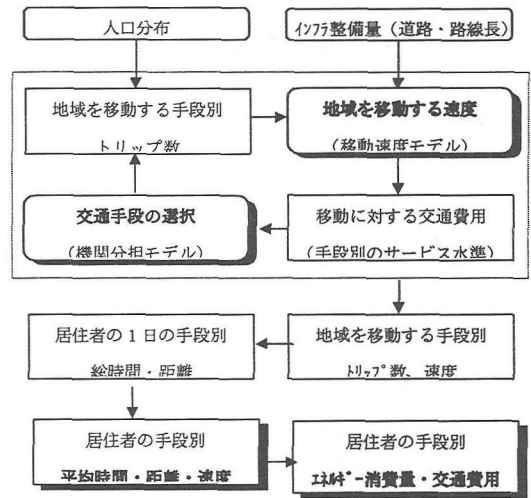


図9 モデルの構造

・移動速度モデル: $v = \frac{a}{M} + b$

・機関分担モデル: $P = \frac{k}{1 + c \cdot \exp(-d \cdot x)}$

v : 移動速度 (km/h)

P : 機関分担率 (%)

M : 交通密度 (トリップ/km)

x : 手段間の交通費用比

a, b, c, d, k : パラメータ

(2) モデルの精度

構築したモデルの再現性をトリップ数の観点から検討する。モデルにより推計したトリップ数(推計値)とPT調査の集計値の比を適合度とすると、地域別手段別の適合度は鉄道が0.93~1.05、バスが0.92~1.23、自動車が0.92~1.09となり、ある程度の再現性があるものと判断した。

5. エネルギー・費用を削減する都市構造の検討

(1) 人口分布の設定

居住地の移転においては、①都市圏全域の人口は一定とし、世帯主が通勤する地域に世帯で移転する。②通勤以外の交通行動は移転後の地域の現状の行動パターンに従うと仮定した。ここで、3. で示した現況分析より、総エネルギー消費量・総交通費用が最も高いのは遠郊外域の居住者であり、最も低いのは都心域の居住者である。したがって郊外から都心への居住地の移転するケースが最も削減効果が大いと考えられる。

そこで、以下の3ケースに関して分析を行った。

・ケース1(都心居住)：地域①、②を除く都市圏全域を対象に世帯主が①、②に通勤する全世帯を①、②の面積比に応じて移転させた場合

・ケース2(周辺居住)：地域③、④を除く都市圏全域を対象に世帯主が③、④に通勤する全世帯を面積比に応じて移転させた場合

・ケース3(郊外居住)：地域⑤、⑥を除く都市圏全域を対象に世帯主が⑤、⑥に通勤する全世帯を面積比に応じて移転させた場合

(2) 分析結果と考察

分析結果を図11、12に示す。ここで増減量とは移転前後の都市圏全域でのエネルギー消費量・交通費用の変化量を移転人口で除したものである。

$$\text{増減量} = \frac{(\text{移転前} - \text{移転後}) \text{ の変化量}}{\text{移転人口}} \quad (\text{kcal、円/人})$$

この結果から、以下のことがわかる。

- ①エネルギー消費量・交通費用ともに都心居住(ケース1)の削減効果が最も高い。しかしながら郊外居住(ケース3)では、費用は若干削減できるがエネルギーは逆に増加している。これは郊外への居住は移転前の鉄道利用者が自動車へ手段の変更を行うからである。
- ②自動車交通に着目すると削減効果が最も高いのは周

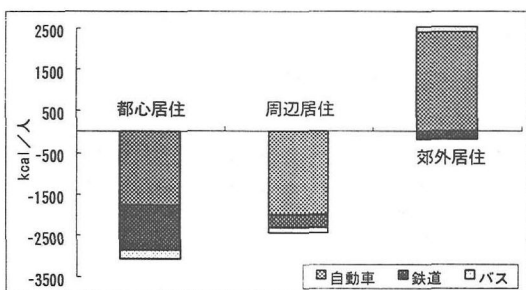


図11 エネルギー消費量の増減量

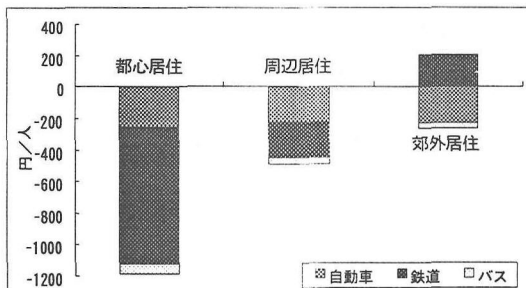


図12 交通費用の増減量

居住(ケース2)となる。これは、周辺への居住者の増加が自動車の移動距離を低下させ、長い距離の移動を鉄道に変更しているためと考えられる。

6. 人口分布一定における削減効果

5章の結果より居住地の移転は都心通勤世帯の都心への居住がエネルギー・費用ともに削減効果が大きいことがわかった。しかし、都心居住は、土地市場を通じて地価上昇をもたらし、居住者の厚生が増加するとは限らない。そこで、現状の地域世帯数に変化しない(人口分布一定)と仮定した場合に、地域別の通勤世帯間で住宅の住替えによりどの程度エネルギー・費用が削減できるのか検討を行った。住替えの基準は現在の居住地よりも可能な限り都心の地域へと住替えることとする。住替えによる移転人口は170万人となり、エネルギー消費量が約1,500kcal、交通費用が約700円削減される。現状の人口分布と比較するとエネルギー消費量は1日に約25億kcal(約2%)、交通費用は約12億円(約4%)が削減される結果となった。

7. おわりに

以上本研究では、交通サービス市場の均衡を考慮して交通手段選択行動を明示した交通行動モデルを提案したが、このモデルは道路や公共交通のネットワークをインフラ整備量という一つの指標のみで捉えて交通サービス市場を捉えており、その精度については検討の余地がある。また居住世帯の時間や予算制約を無視しており、交通行動のモデル化についても改善したいと考えている。

なお本研究の遂行にあたり、昭和63年度東京都市圏PT調査の貴重なデータを利用させていただきました。ここに深く感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 例えば、森本、小野、品川、森田：東京都市圏におけるPTデータを用いた輸送エネルギー推計と都市構造に関する一考察、土木計画学研究・講演集、No18(2), pp.131-134, 1995, 12
- 2) 建設省道路局、(株)三菱総合研究所：道路整備による効果の推計に関する調査研究、平成4年3月
- 3) 運輸政策局：運輸関係エネルギー要覧、1995