

東京都市圏における交通部門のエネルギー消費量と個人特性・地域特性との関連性

The Relationship between energy consumption levels of vehicles and characteristics of individuals and regions in the Tokyo Metropolitan Area

関 恵子**・石田 東生***
Keiko Seki, Haruo Ishida

1. はじめに

地球上の多くの地域で、様々な環境破壊が進行し、その対応の緊急性及び重要性が叫ばれるようになって久しい。特に都市域では、自動車交通に代表される交通分野においてより深刻化しており、大気汚染、エネルギー負荷といった課題に対し研究が行われてきた¹⁾²⁾。しかし我が国の交通部門のエネルギー消費量に着目すると、全体の約25%を占めており、旅客交通を中心に、依然増加傾向にある(資料:運輸関係エネルギー要覧⁹⁵⁾)。

本研究では旅客交通による交通部門のエネルギー消費量に着目し、東京都市圏を対象に『個人の1日当たりの交通エネルギー消費量』を推計する。さらに、時系列的な変化及び差異について個人特性・地域特性の両視点から明らかにするとともに分散分析を用いてその影響要因を特定化することを試みる。

2. 計測の方法論

(1)分析対象

本研究では表1に示すように、東京都市圏PT調査の拡大前のトリップデータを用いて個人単位のエネルギー消費量を居住地ベースで推定する。

表1:分析対象

| | |
|--------|--|
| 利用データ | 東京都市圏PT調査近年3時点(S53, S63, H5)の拡大前のトリップデータ |
| 対象地域 | 東京都市圏PT調査対象地域 |
| 分析単位 | 分析に耐える最小サイズである中ゾーン |
| 対象ゾーン | 首都圏の特徴を示すと考えられる60中ゾーン |
| 分析対象 | 鉄道、バス、自動車、自動二輪・原付自転車、自 |
| 交通手段 | 転車、徒歩の6交通手段 |
| 対象トリップ | 化石燃料消費を伴うトリップ |

* Keywords: 交通エネルギー消費量、エネルギー計画

** 正員 工修 (株)三和総合研究所(港区新橋1-11-7)

***正員 工博 筑波大学社会工学系(つくば市天王台1-1-1)

なお対象地域とする60中ゾーンの選定にあたり、①都心3区、②新宿副都心、③業務核都市及びその周辺地域、④横浜市・川崎市とその周辺地域、⑤郊外部は東京都心から距離を考慮して抽出、⑥距離帯が同じ地域においては交通インフラ整備に差異のみられる地域、の6点について留意し、東京都市圏の特徴が顕著にみられると考えられる地域を選定した。

(2)推定方法

個人の1日あたりのエネルギー消費量を居住地ベースで推計する方法として、まず6対象交通手段の人キロ当たりの消費原単位(kcal/人km)を設定する。次に当該トリップの代表交通手段別にトリップ長を算出し、原単位と乗ずることで1トリップ当たりのエネルギー消費量を算出する。ただし、代表交通手段が鉄道である場合、アクセス(イグレスも同様)交通が他の交通手段に比べて長いので無視することはできない。しかし、各アクセス交通手段のトリップ長は利用可能ではないのでアンリンクトリップ情報から得られたすべてのアクセス交通手段から最も代表性の高いものを選定し、これを消費量推定に用いる。この消費量を個人単位で集計し『個人の1日当たりのエネルギー消費量』とする。これを数式化すると、

$$E_{ij} = \sum_{k=1}^{n_j} (T_k \times D_k)$$

E_{ij} : 中ゾーン*i*の個人*j*のエネルギー消費量(kcal/人日)

T_k : k 番目のトリップの代表交通手段別エネルギー消費原単位(kcal/人日)

D_k : k 番目のトリップのトリップ長(km)

(3)エネルギー消費原単位の設定

交通エネルギー消費原単位は、ロードファクターや、走行速度、乗車人数などによって地域格差、時

間差が大きいと考えられる。しかしこの点を考慮したエネルギー消費原単位は、現在データとして整備されておらず、本研究では、全国一律値として推定されている①運輸関係エネルギー要覧（運輸省）と②エネルギー経済統計要覧'95（エネルギー計量分析センター：EDMC）による2推計値を用いる。原単位データの精緻化は今後の課題である。

なお、自動車に関しては、3時点の人口単位のエネルギー消費原単位を台キロ単位の換算し（エネルギー消費原単位(人キロ)×平均乗車人数）、トリップデータの「同乗者の人数」の情報を元に、各トリップ毎に人口当たりの消費原単位を算定する。交通手段別エネルギー消費原単位を表2に示す。

表2:エネルギー消費原単位(kcal/人キロ)

| | S53 | | S63 | | H05 | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | ① | ② | ① | ② | ① | ② |
| 徒歩・自転車 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 鉄道 | 102 | 49 | 101 | 46 | 101 | 47 |
| バス | 141 | 130 | 151 | 130 | 169 | 143 |
| 自動二輪 | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 |
| 自動車(台キロ) | 991 | 762 | 876 | 748 | 937 | 828 |

(4) 距離の算定方法

各トリップ長は代表交通手段別の現状の計画基本ゾーンレベルのネットワークによる最短経路法を用いて算出する。ただし代表交通手段が鉄道である場

合、アクセス・イグレス距離も同時に算出する。

3. 交通エネルギー消費量推計結果

(1) 地域別個人単位のエネルギー消費量

(a) 対象地域全域による推計結果:全トリップ対象

表に3時点の個人の1日当たりのエネルギー消費量を示す。運輸省ベースの推計値の方が高い結果となった。平成5年度の消費量は運輸省ベースで約7000kcal/人日、EDMCベースで約6000kcal/人日である。時系列的には増加傾向にあり、そのびも昭和63年度までの10年間より平成5年度までの5年間の方が著しい。

表3:エネルギー消費量(全トリップ対象)

| kcal/人日 | S53 | S63 | H05 |
|---------|--------|--------|--------|
| 運輸省 | 6029.3 | 6180.4 | 7384.7 |
| EDMC | 4365.1 | 4830.4 | 5985.3 |

(b) 地域別全トリップ対象推計結果

居住地ベースの1日当たりの個人単位のエネルギー消費量(EDMCベース)を対象の60ゾーン別に推定した結果を図1に示す。都心3区が最も低く、郊外部へ行くほど高くなっている。エネルギー消費の高い地域は千葉南部及び茨城県南で、特に高い地域は勝浦・東金・つくばなどである。また、近年の増加傾向が特にこれら郊外部で顕著にみられる。

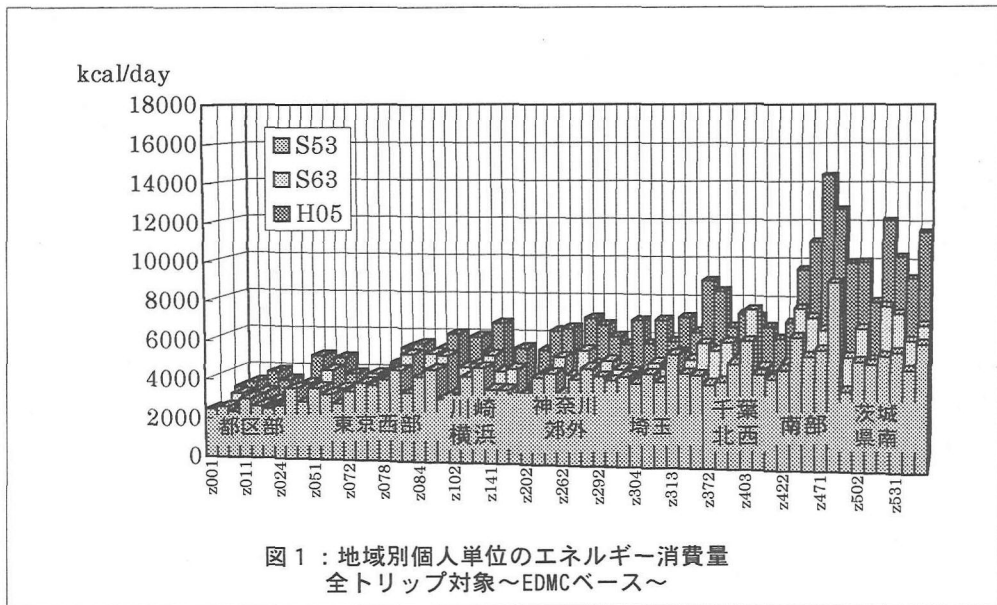


図1: 地域別個人単位のエネルギー消費量 全トリップ対象～EDMCベース～

(c)対象地域全域による推計結果:トリップエンド対象

トリップエンドが当該ゾーンに属するつまり居住地域関連のトリップのみを対象にエネルギー消費量を推計した結果を表4に示す。時系列的な傾向は全トリップ対象と類似している。表5に全トリップ対象の推定結果との比を示す。表からエネルギー消費の85%はトリップエンドが居住ゾーンに存在するトリップの消費で占められており、地域に関連したトリップがエネルギー消費に占める割合が高く、また増加傾向にあることがわかる。

表4:個人単位のエネルギー消費量(トリップエンド対象)

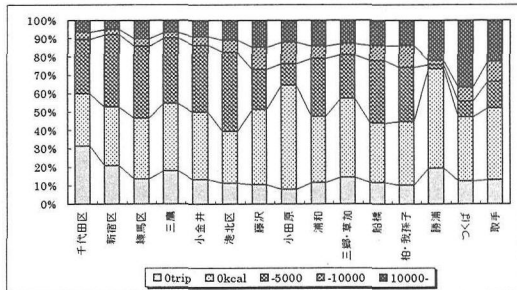
| kcal/人日 | S53 | S63 | H05 |
|---------|--------|--------|--------|
| 運輸省 | 5041.6 | 5379.2 | 6393.4 |
| EDMC | 3919.5 | 4166.4 | 5137.3 |

表5:全トリップとトリップエンド対象との比

| kcal/人日 | S53 | S63 | H05 |
|---------|------|------|------|
| 運輸省 | 0.84 | 0.87 | 0.87 |
| EDMC | 0.83 | 0.86 | 0.86 |

(d)エネルギー消費量の分布

対象地域の60中ゾーンからランダムに15ゾーンを取り出し、サンプルのエネルギー消費量の度数分布をみたもの(平成5年度)を図2に示す(以下EDMCによる推定結果のみ)。いずれのゾーンにおいてもエネルギーを消費しなかった個人(その内訳はトリップを行わなかった場合とエネルギー消費を行わなかった場合に分けられる)が5割以上を占めている。郊外部ほど化石燃料消費を伴わない徒歩、自転車トリップの占める割合が高く、同時に高エネルギー消費型のトリップの占める割合も高い。私的交通手段が主流となっていることが想像される。



0trip:トリップを行わなかった場合 0kcal:化石燃料消費のないトリップ

図2:エネルギー消費量構成比

次に、エネルギー消費を行った個人の度数分布の構成比を図3に示す。結果から郊外部ほどエネルギ

ー消費の分布はなだらかで一様分布に近づいており、個人差が大きくなっている。

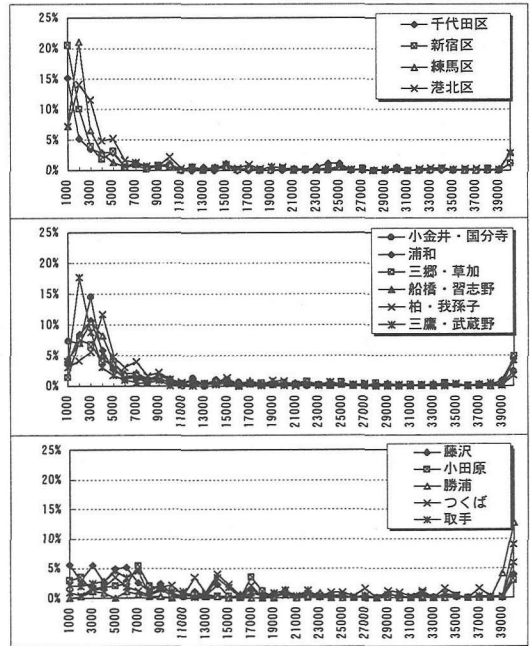


図3:エネルギー消費量のゾーン別分布

(2)交通エネルギー消費量と地域特性

対象ゾーンの5つの地域特性を示す指標を用いて、交通エネルギー消費量との関連性を検討する。用いた5指標は、都市の集積の形態を示す①人口密度、②対象ゾーン内可住地面積に対するDID面積の割合、③昼夜間人口比、交通インフラの整備状況を示す指標として、④各地域から千代田区までの鉄道利用による平均所要時間距離、⑤世帯当たりの乗用車保有台数である。ここでは紙面の関係上、表6に鉄道による千代田区までの平均所要時間距離別のエネルギー消費量推定結果を示す。都心までの時間距離が長い地域に居住する個人ほどそのエネルギー消費量が高く、増加傾向が著しい。特に平成5年度は時間距離による消費の差が顕著にみられる。

表6:千代田区までの時間距離別エネルギー消費量

| (分) | <40 | <60 | <80 | <100 | <120 | 120≤ |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| S53 | 3877 | 3857 | 4587 | 4852 | 5104 | 5153 |
| S63 | 4277 | 4059 | 4951 | 5145 | 5928 | 6137 |
| H05 | 4964 | 4106 | 5959 | 6422 | 7711 | 9209 |

(kcal/人日)

(3)交通エネルギー消費量と個人特性

個人特性指標として、トリップデータの情報をを用い、性、職業、年齢階層、産業、世帯の乗用車保有台数、個人の利用可能な自動車の台数、勤務地ゾーンと居住ゾーンとの関係別に、交通エネルギー消費量との関連性をみる。ここでは図4に性別年齢階層別、表7に昭和63年度及び平成5年度の個人の利用可能な自動車の有無別のエネルギー消費量を示す。

図4から、男性の20・30代のエネルギー消費量は約14000kcalであるのに対し、同世代の女性の消費量はその5～7分の1程度となっていることがわかる。また近年になるにつれ、年齢層の高い男性のエネルギー消費量が増加している傾向がみられる。この原因として、運転免許証保有率が時系列的に増加するなど、加齢とともにそれまでの交通行動を維持できる環境が整ってきたことが挙げられる。女性は有職者の多い20代のエネルギー消費量が最も高く、時系列的な増加傾向はいずれの年齢層にもみられる。

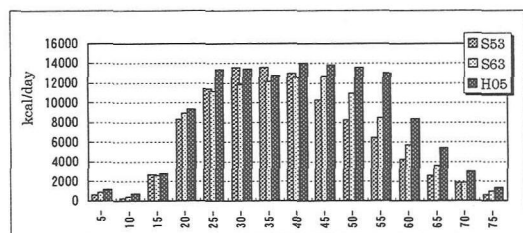


図4(a): 年齢階層別個人単位のエネルギー消費量: 男性

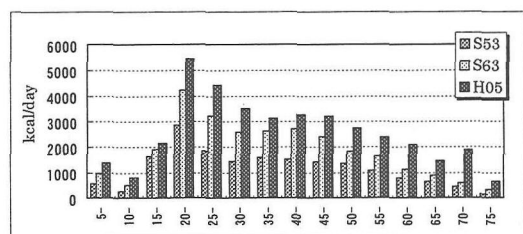


図4(b): 年齢階層別個人単位のエネルギー消費量: 女性

また表7から、勤務先の車が利用可能な場合が最も高く、約20000kcalいる。これは利用可能な車を持たない個人の約7～13倍であり、業務交通による自動車の使用量の多さを物語っている。自家用車利用可能な場合は男性の有職者の消費量とほぼ同じ値を示し約10000kcalである。

表7: 利用可能な自動車の有無別エネルギー消費量

| kcal/人日 | 自家用 | 勤務先 | その他 | 無 |
|---------|-------|-------|------|------|
| S63 | 10310 | 20680 | 8167 | 1495 |
| H05 | 11206 | 23955 | 5496 | 1759 |

4. 交通エネルギー消費量の影響要因の総合的把握

前章で検討した5つの地域特性指標及び個人特性の交通エネルギー消費量への影響を定量的に把握するため、分散分析を用いて、その特定化を試みた。表8に分散分析結果を示す。結果として、個人の1日当たりの交通エネルギー消費量に影響を与える要因は個人特性、特に性別、職業といった要因の影響が大きいこと、また、これらの指標による説明力が全体の約13%程度であることがわかった。

表8: 分散分析結果

| | S53(F値) | S63(F値) | H05(F値) |
|----------------|----------|-----------|----------|
| 性別 | *6025.73 | *4832.54 | *727.749 |
| 職業 | *652.936 | *1948.592 | *187.117 |
| 年齢 | *662.282 | *704.874 | *92.528 |
| 勤務地のタイプ | *1404.17 | *1895.861 | *285.476 |
| 都心までの距離 | *212.225 | *372.989 | 0.574 |
| 人口密度 | 1.528 | *13.829 | 0.136 |
| DID人口比 | *93.886 | *68.548 | *50.014 |
| 昼夜間人口比 | *81.42 | *21.743 | 10.446 |
| 乗用車保有台数 | 18.685 | *1.582 | 8.192 |
| R | 0.354 | 0.362 | 0.354 |
| R ² | 0.125 | 0.131 | 0.126 |

*1%水準で有意

5. 今後の課題

本研究においては個人単位の1日当たりの交通エネルギー消費量を推定し、地域特性及び個人特性との関連性を検討した。エネルギー消費は個々人の居住する地域の特性及び個人特性によって差異がみられたが、分散分析結果によって定量的に把握するとこれらの指標による説明力は13%程度であった。このことから、交通エネルギー消費問題に影響を与える要因が非常に複雑であることが推察できる。

今後の課題として、交通エネルギー消費への影響要因のとして交通特性の影響を定量的に把握することが挙げられる。また交通特性と土地利用、都市構造との関連性を把握したうえで交通エネルギー消費量との関連性をみる必要がある。

なお本研究は東京都市圏パーソントリップ調査補完調査の一貫として東京都市圏交通計画協議会による研究会において調査分析を行った成果を元にしており、関係各位に感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1)川端・明神ら：都市交通によるエネルギー消費量の推計,土木計画学研究, p.1041-p.1047,1993.12.
- 2)武田ら：交通手段のエネルギー効率の見直し,高速道路と自動車, No.5 (1978.5) p.19-23, No.6 p.20-25