

## 東京都市圏における交通需要予測について

Forecasting Methods of Person-Trips in Tokyo Metropolitan Region

西山良孝\*, 原田昇\*\*, 小清水孝\*\*\*

By Yositaka Nisiyama, Noboru Harata, Takasi Kosimizu

In Tokyo Metropolitan Region (TMR), the 3rd Person Trip OD Survey was conducted in 1988, and followed by the study for the transport future master plan.

The result of OD survey showed the rapid change of environment which affects the transport planning in TMR such as the movement of people that is the subject of transport behaviour, due to the change of socio-economic structure.

Hence the forecast of transport volume for the future which forms the base data for the future plan needs a carefully analysis of the socio-economic structure.

This manuscript shows how it reflects the forecast model in which "Trip Production" and "Modal Split" the change of socio-economic structure such as increasing advanced ages, rising the rate of having driver's licence and participation of women in public affair.

### 1. はじめに

東京都市圏（以下、本都市圏）においては、これまで昭和43年、昭和53年と2度のパーソントリップ調査が行われてきており、将来の総合都市交通体系マスタープランの策定を行っている。

しかしながら、近年の東京への機能の再集中及び東京湾臨海部開発など多くの大規模開発も急速に具体化しつつあり、さらに社会潮流による交通行動の変化など、交通計画をとりまく環境は前回の調査以降ドラスティックに変化しつつある。

このため、これらの環境変化に対応したマスタープラン策定のために、本都市圏では3度目のパーソ

ントリップ調査が昭和63年に行われている（以下、63PT）。

今回、マスタープラン策定の検討ベースとなる将来交通需要予測を行うにあたり、昨今の社会潮流の変化（高齢化、女性の社会進出、自動車運転免許所有率の増大等）は無視できないものと考えたため、これらの社会潮流の変化を考慮して将来交通量予測を行った。予測は四段階推計法に沿って行ったが、本稿では、“生成交通量予測”、及び“分担交通量予測”の部分を中心に、社会潮流の変化とゾーン構造の変化をどのように予測モデルに考慮したかについて紹介するものである。<sup>(1)</sup>

### 2. 予測の前提

今回の予測の概要を以下に示す。

予測ケース：趨勢型、目標型の2ケース  
目標年次：2010年（平成22年）

\*正会員 (財) 計量計画研究所

新宿区市ヶ谷本村町 2-9

\*\*正会員 工博 東京大学工学部助手

\*\*\* 川崎市都市整備局計画部都市施設課

対象圏域：東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、茨城県南部

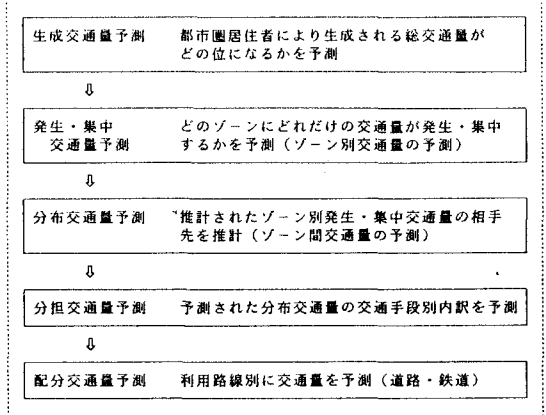
ゾーン数：圏域内 578、圏域外 26

目的種類区分：「自宅→勤務先」  
「自宅→通学先」  
「自宅→業務先」  
「自宅→買物私事」  
「帰宅」  
「勤務業務↔勤務業務」  
「その他私事」  
計 7 区分

交通手段区分：「鉄道」  
「バス」  
「自動車」  
「徒歩・二輪」  
計 4 区分

四段階推計法の概要

(将来フレーム)



(計画・評価)

3. 生成交通量予測

生成交通量予測は、本都市圏居住者による圏域関連交通量の推計を行うものであるが、本都市圏では生成原単位法により、目的種類別に予測を行った。

<生成原単位法>

将来生成交通量 =  $\sum (i \text{ カテゴリーの現況原単位} \times i \text{ カテゴリーの将来人口})$

(1)考慮した社会潮流変化

生成交通量予測にあたり考慮した社会潮流変化は以下の3点である。

①高齢化 (人口構成の変化)

我が国における高齢化には著しいものがあり、本都市圏においても図-1にみるように、男女ともに55才以上の各年令階層で将来的には現況値を上回ることとなる。この結果、60才以上の構成は現況の11.8%から26.3%にも達する。

63PT結果による性別年令階層別の原単位は図-2にみるとおりであるが、男女ともに高齢層になるほど原単位は小さく、将来的には比較的活動の少ない人口層が増大することとなる。将来生成交通量を予測するにあたって、この高齢化 (人口構成の変化)は無視できないものと考えられたため、性別年令階層別原単位を、将来生成交通量予測のキーとして考えることとした。

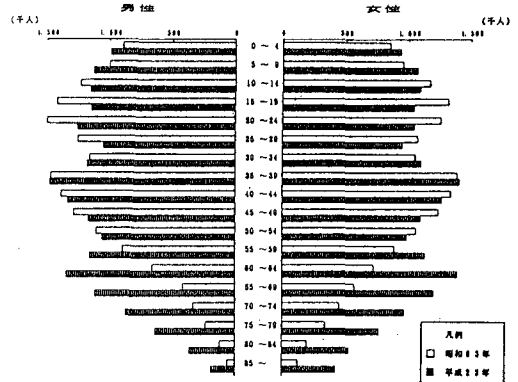


図-1 性・年令階層別人口 (現況, 将来)

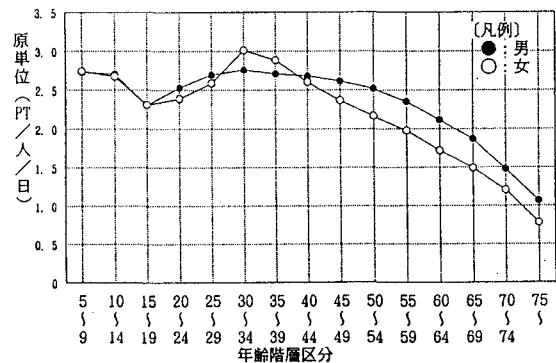


図-2 性・年令階層別生成原単位

### ②自動車運転免許所有率の上昇

自動車社会のの進展とともに自動車運転免許所有率は増大しているが、本都市圏においても図-3にみるように年々増加しており、特に女性の若年層においてこの傾向が著しい。

63PT結果から自動車運転免許所有の有無別に原単位をみると(図-4)、男女ともに各年令階層で自動車運転免許所有者が非所有者を上回っており、自動車運転免許を持つことにより行動が活発化していることが伺える。

このように、今後も進展するであろう自動車運転免許所有者の増加は、活動的な層を増加させる要因と考えられるため、生成交通量予測に考慮することとした。

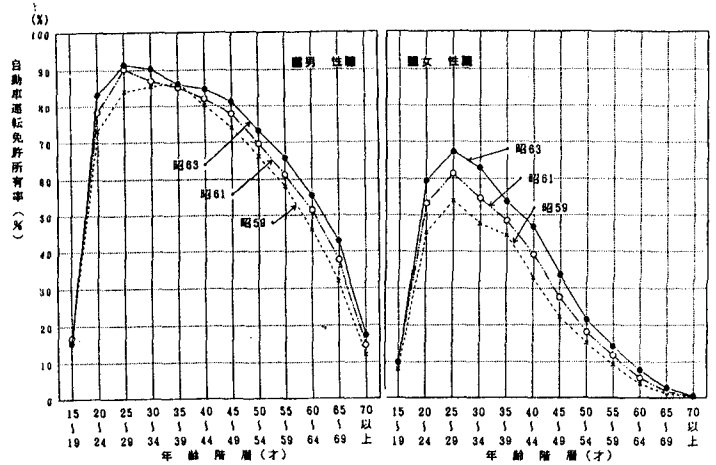


図-3 自動車運転免許所有率の推移

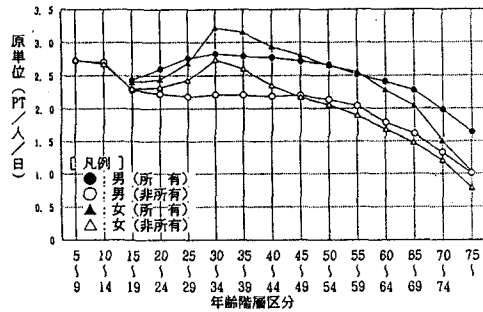


図-4 自動車運転免許所有・非所有別生成原単位

### ③女性・高齢者の社会進出

近年いわれる社会潮流変化のひとつとして、女性や高齢者の社会進出が挙げられるが、この社会進出は就業率の増大といった指標で捉えることができる。

63PT内の別作業結果によると、将来的には男性の高齢層及び女性の若年層において就業率の増大が見込まれている。

63PT結果から就業・非就業別に原単位をみると(図-6)、男女ともに各年令階層で就業者が非就業者を上回っており、女性や高齢者の社会進出(就業率の増大)が進展することは、活発な行動をとる層の増加要因と考えられるため、生成交通量予測に考慮することとした。

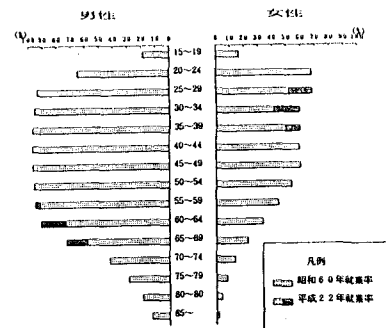


図-5 就業率(現況, 将来)

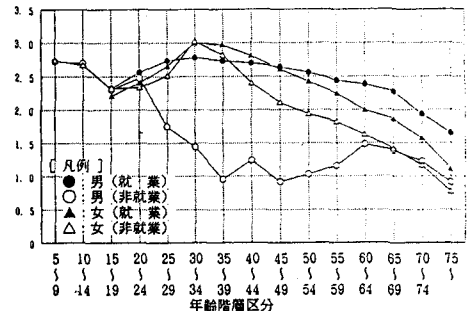


図-6 就業・非就業別生成原単位

(2)将来自動車運転免許所有者数の推計

生成交通量予測は性・年令階層別原単位をキーとして行うこととしたが、さらに自動車運転免許所有者数及び就業者数の増大を加味するためには、性・年令階層別に、その将来人口を設定することが必要となる。

将来の性・年令階層別自動車運転免許所有者数の推計は将来性・年令階層別人口に将来運転免許所有率を乗じて推計したが、この将来所有率はロジスティック曲線モデルを用いた。

現況(1985年)から2010年までの5年毎の運転免許所有率を図-7に示す。男性については高齢層、女性については特に若年層において免許所有率の上昇が著しく、平均では男性が昭和63年の72.6%から84.3%へ、女性は34.2%から71.4%へと上昇する結果となっている。

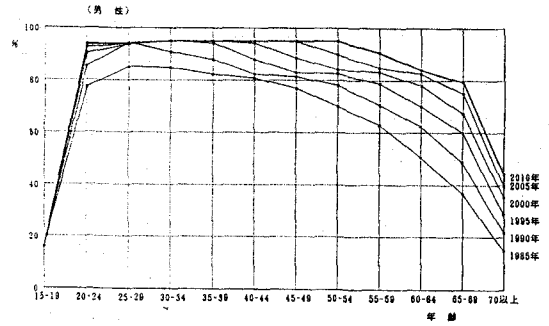


図-7 将来自動車運転免許所有率

(3)将来生成交通量予測結果

将来生成交通量の予測は、総生成交通量(目的計)を性・年令階層別自動車運転免許所有・非所有別原単位を用いて行い、目的種類別生成交通量は目的別性・年令階層別就業・非就業別原単位で予測された目的種類別生成交通量の構成比で按分した。

予測結果を表-1に示す。現況(63PT)の74,052千トリップから、平成22年には1.12倍の83,150千トリップとなり、生成原単位は現況の2.42から2.35へと若干低下することとなる。自動車運転免許の増大を考慮せず、目的別に性・年令階層別原単位を用いて予測した結果は表-2に示すように、総生成交通量で79,662千トリップであり、現況の1.08倍に止まることとなる。

表-1 目的種類別生成交通量予測結果

単位:千トリップ、%

|         |     | 自宅→勤務先 | 自宅→通学先 | 自宅→業務先 | 自宅→買物私事 | 帰宅    | 就業→就業 | その他私事 | 合計    |
|---------|-----|--------|--------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|
| ① 現況    | 交通量 | 11412  | 7101   | 2213   | 10442   | 30966 | 5685  | 6233  | 74052 |
|         | 構成比 | 15.4   | 9.6    | 3.0    | 14.1    | 41.8  | 7.7   | 8.4   | 100.0 |
| ② 2010年 | 交通量 | 13302  | 6783   | 2902   | 12013   | 34880 | 6332  | 6848  | 83150 |
|         | 構成比 | 16.1   | 8.2    | 3.5    | 14.4    | 41.9  | 7.6   | 8.2   | 100.0 |
| 伸び      | ②/① | 1.17   | 0.96   | 1.31   | 1.15    | 1.13  | 1.11  | 1.10  | 1.12  |
|         | ②-① | 1980   | -318   | 689    | 1571    | 3914  | 647   | 615   | 9098  |

表-2 目的種類別生成交通量予測結果

(性・年令階層のみを考慮した場合)

単位:千トリップ、%

|         |     | 自宅→勤務先 | 自宅→通学先 | 自宅→業務先 | 自宅→買物私事 | 帰宅    | 就業→就業 | その他私事 | 合計    |
|---------|-----|--------|--------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|
| ① 現況    | 交通量 | 11412  | 7101   | 2213   | 10442   | 30966 | 5685  | 6233  | 74052 |
|         | 構成比 | 15.4   | 9.6    | 3.0    | 14.1    | 41.8  | 7.7   | 8.4   | 100.0 |
| ② 2010年 | 交通量 | 11828  | 6625   | 2634   | 12638   | 33529 | 5853  | 6555  | 79662 |
|         | 構成比 | 14.9   | 8.3    | 3.3    | 15.9    | 42.1  | 7.4   | 8.2   | 100.0 |
| 伸び      | ②/① | 1.03   | 0.93   | 1.20   | 1.21    | 1.08  | 1.05  | 1.07  | 1.08  |
|         | ②-① | 416    | -476   | 421    | 2196    | 2563  | 168   | 322   | 5610  |

#### 4. 発生・集中交通量予測

発生・集中交通量予測は、目的種類別に人口指標を説明変数とした重回帰モデル式を作成した。

その際に現況から将来にかけての都市構造の変化を反映するために、地域区分別にモデル式の設定を行った。地域区分は、“夜間+従業人口密度”による4区分を設定した。つまり現況から将来にかけて都市の集積密度が高まり、人口密度が上昇するゾーンについては、現況において集積密度の高いゾーンから推定したパラメータを適用したものである。

| 夜間+従業人口密度による地域区分 |              |
|------------------|--------------|
| 地域区分1：           | 0 ～ 20 人/h a |
| 地域区分2：           | 20 ～ 200     |
| 地域区分3：           | 200 ～ 200    |
| 地域区分4：           | 500 ～        |

#### 5. 分布交通量予測

分布交通量の予測は、基本的に現況パターンを基本として考えたが、大規模な土地利用変化が想定されるゾーンについては、別途分布モデルによってゾーン間及びゾーン内々交通量の予測を行った。この分布モデルは、ゾーン間・ゾーン内々ともに目的種類別に作成したが、さらに都市構造の変化を反映するために、発生・集中交通量予測モデルに適用した地域区分別にモデル式の設定を行った。

ゾーン間交通量予測についてはグラビティタイプのモデル式とし、発生側・集中側について作成した。また、ゾーン内々モデルは、ゾーン面積及び発生量（又は集中量）を説明変数とした重回帰モデル式とした。

#### 6. 分担交通量予測

##### (1)基本的な分担モデル

分担交通量予測では、その前ステップで予測された目的種類別ゾーン間交通量の手段分割を行うものである。本都市圏ではゾーン内々については現況の各ゾーン内々交通の手段構成を用いて予測すること

とした。ゾーン間交通については図-8に示す順番で順次手段の分割を行った。分割のモデルは集計ロジットモデルを用いている。

##### <集計ロジットモデル式>

$$\text{分担率 } P = 1 / \{ 1 + \exp(a_0 + a_1 \times X) \}$$

X：説明変数

$a_0, a_1$ ：パラメータ

##### 全手段

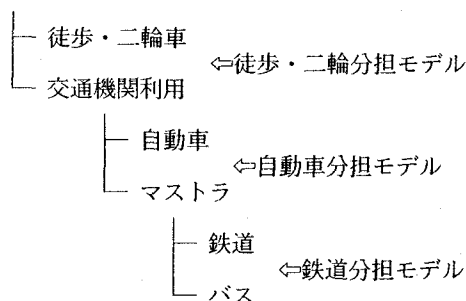


図-8 バイナリーチョイス

各手段毎の分担モデルの説明変数は表-3に示すとおりであるが、手段分担モデルによっては地域区分の設定を行った。

表-3 分担モデルの説明変数

| 分担モデル | 説明変数                     |
|-------|--------------------------|
| 徒歩・二輪 | 道路距離（ODペア2区分）            |
| 自動車   | 道路/マストラ 時間比<br>（ODペア4区分） |
| 鉄道    | バス/鉄道 時間比                |

##### ①徒歩・二輪分担モデル

徒歩・二輪分担モデルの説明変数は、“ゾーン間道路距離”とした。

また、63PTデータより徒歩・二輪分担率にはゾーン面積により差異が認められたため、発及び着側のゾーンの面積により、2種類のモデル式を作成した。

## ②自動車分担モデル

自動車分担モデルの説明変数は、“ゾーン間道路／マストラ時間比”とした。

自動車とマストラの手段選択では、機能集積の高い地域ほど（東京区部内等）マストラ網が高密度に整備され、さらに駐車場不足などの条件によりマストラの利用は高く、自動車の利用は低い特徴がある。逆に機能集積の低い都市圏周辺部では、自動車利用が高く、マストラ利用は低い傾向にある。

このため、自動車分担モデルには機能集積を考慮するため、発側及び着側のゾーン人口密度により、4種類のモデル式を作成した。（図－9）

| O D | 地域1 | 地域2 | 地域3 | 地域4 |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 地域1 | D   |     |     |     |
| 地域2 |     | C   |     |     |
| 地域3 |     |     | B   |     |
| 地域4 |     |     |     | A   |

注) 地域1： 夜間+従業人口密度 0～20人/ha  
 地域2： 夜間+従業人口密度 20～200人/ha  
 地域3： 夜間+従業人口密度 200～500人/ha  
 地域4： 夜間+従業人口密度 500～人/ha

図－9 自動車分担モデルの地域区分

## ③鉄道分担モデル

鉄道分担モデルの説明変数は、“ゾーン間バス／鉄道時間比”とした。

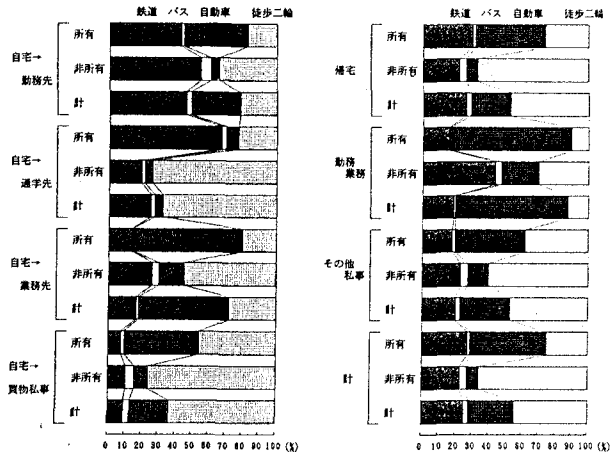
鉄道分担モデルでは地域区分を行わず、全域に対し同一のモデル式を適用した。

### (2)考慮した社会潮流変化

63PT結果による、自動車運転免許所有者・非所有者別の手段構成を図－10に示す。

自動車運転免許所有者の場合には、非所有者に比べて自動車の利用が圧倒的に高く、特に「自宅→業務」、「勤務業務」目的など業務系の目的でこの差が大きい。

生成交通量予測でも考慮したが、手段選択からみても自動車運転免許所有率の増大は無視できないものと考え分担モデルでも考慮することとした。



図－10 自動車運転免許所有・非所有別 手段構成

### (3)分担モデルへの適用

自動車運転免許所有率増加のモデルへの適用は、先に説明した集計ロジットモデル（説明変数としては施設整備のみを対象にしている）によって得られたゾーン間分担率に、自動車運転免許所有率の増加率による分担率の変化率 $\alpha$ を乗じて推計することとした。

この変化率 $\alpha$ は12地域間別に設定を行い、またモデルへの適用は徒歩・二輪分担モデルと自動車分担モデルに対して行っている。

### <変化率 $\alpha$ の適用>

$$T_{ij} = t_{ij} \times \alpha$$

ここに、 $T_{ij}$ ： $ij$ ゾーン分担率

$t_{ij}$ ：集計ロジットモデルにより算定された分担率

（注：12地域とは本都市圏を行政単位及び地域としてのまとまりを考慮して設定した地域区分）

### (3)変化率 $\alpha$ の算出方法

変化率 $\alpha$ 算出の前提として、当該地域間の免許所有者によるトリップの手段構成及び免許非所有者によるトリップの手段構成は、現況から将来にかけて変化しないものと想定した。

よって変化率 $\alpha$ は、免許所有者・非所有者別の分担率と免許所有者・非所有者別トリップ数の加重平均によって算出された将来値と現況値の比によって算定した。 $\alpha$ の算出式を①に示す。

$$\alpha_{IJ} = \frac{\beta_{IJ}^{HF} \times P_{IJ}^H + (1 - \beta_{IJ}^{HF}) \times P_{IJ}^{NH}}{\beta_{IJ}^{HG} \times P_{IJ}^H + (1 - \beta_{IJ}^{HG}) \times P_{IJ}^{NH}} \dots \textcircled{1}$$

$\alpha_{IJ}$  : I J 地域間変化率 (I, J は 1 2 地域区分)

$P_{IJ}^H$  : 免許所有者の I J 地域間分担率

$P_{IJ}^{NH}$  : 免許非所有者の I J 地域間分担率

$\beta_{IJ}^{HF}$  : 将来の I J 地域間トリップ数に占める免許所有者によるトリップ割合

$\beta_{IJ}^{HG}$  : 現況の I J 地域間トリップ数に占める免許所有者によるトリップ割合

$$\beta_{IJ}^{HG} = \frac{A_{IJ}^H \times R_I^{HG} \times N^G}{A_{IJ}^H \times R_I^{HG} \times N^G + A_{IJ}^{NH} \times (1 - R_I^{HG}) \times N^G} \dots \textcircled{2}$$

$$\beta_{IJ}^{HF} = \frac{A_{IJ}^H \times R_I^{HF} \times N^F}{A_{IJ}^H \times R_I^{HF} \times N^F + A_{IJ}^{NH} \times (1 - R_I^{HF}) \times N^F} \dots \textcircled{3}$$

①式で使用了 $\beta_{IJ}^{HF}$ ・ $\beta_{IJ}^{HG}$ は、I J 地域間トリップ数に占める免許所有者のトリップ割合であり、②式・③式で書き表すことができる。

$$\beta_{IJ}^{HF} = \frac{R_I^{HF}}{R_I^{HF} + \frac{(1 - R_I^{HF})}{(1 - R_I^{HG})} \times R_I^{HG} \cdot \frac{(1 - \beta_{IJ}^{HG})}{\beta_{IJ}^{HG}}} \dots \textcircled{4}$$

③式の $\beta_{IJ}^{HG}$ ・ $R_I^{HG}$ は現況値 (63PT) を用い、 $R_I^{HF}$ は生成交通量予測時に推計した将来自動車運転免許所有者数を、現況の地域間構成比によって按分することで推計し、 $\beta_{IJ}^{HF}$ の算定を行った。

$A_{IJ}^H$  : I ゾーン免許所有者による I J 地域間トリップ比率

$A_{IJ}^{NH}$  : I ゾーン免許非所有者による I J 地域間トリップ比率

$R_I^{HG}$  : I ゾーン免許所有率 (G ; 現況 F ; 将来)

N : I ゾーン居住人口 (G ; 現況 F ; 将来)

### (4)分担交通量予測結果

#### ①前回 P T 調査による将来分担予測結果

今回の分担モデルでは、施設整備の変化を説明変数とした集計ロジットモデルを基本として、さらに社会潮流の変化として自動車運転免許所有率の増大を考慮したモデルの作成を行った。

前回 P T 調査においても将来交通量予測を行っているが、その際には社会潮流変化を考慮しておらず分担モデルにしても施設整備の変化のみを説明変数としたモデルによって予測を行っている。

前回 P T 調査で予測した将来手段構成 (目標年次 : 昭和 75 年、西暦 2000 年) と現況値 (63PT) を比較したのが図 - 11 である。

前回 P T でも、自動車の利用が将来的に高まるとの予測結果となっているが、通学を除く他の目的すべてにおいて 63PT 値においてすでに前回 P T 予測の将来値を上回っている。目的別の自動車構成で見ると前回 P T では現況値の 24.0% から将来的には 25.2% と自動車利用の上昇を見込んでいるが、63PT における現況では 27.4% にも達している。

以上、前回 P T 調査での将来予測値と今回の現況値比較を行ったが、近年の急激な自動車社会の進展

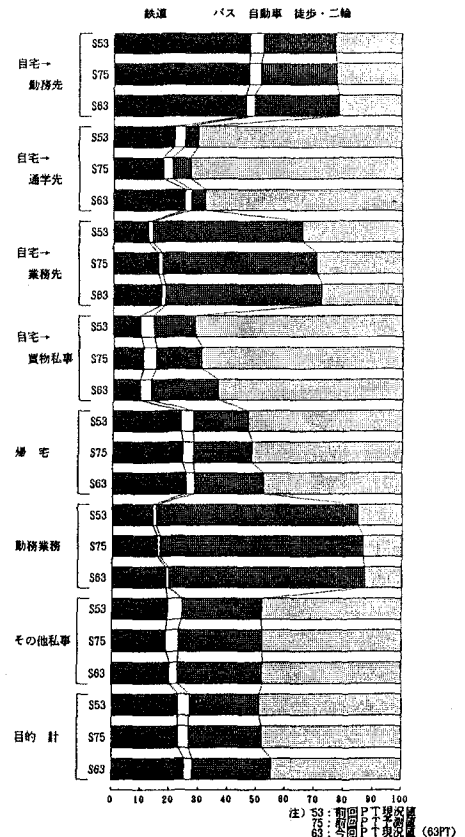


図 - 11 前回 P T 予測結果との現況手段構成比較

は施設整備の進展のみを考慮したモデルでは、限界があると考えられる。

## ②今回の将来予測結果

今回の将来の分担交通予測において、自動車運転免許所有率の増大を考慮した場合と、考慮しない場合の将来手段構成の比較を行った。(図-12)

考慮したケースは、考慮しないケースに比べ徒歩・二輪の構成が低下し、自動車の構成が大きく上昇している。鉄道構成に大きな変化はないため、徒歩・二輪から自動車への手段選択が起きていると考えられる。特に、私事系の目的での自動車利用が大きく伸びているが、女性の免許所有の急激な上昇、日常生活での足替わりとしての自動車利用が進展していることを考え合わせれば、私事系目的での自動車利用の伸びは考える結果であると判断する。

また、もともと自動車利用の高い業務系の目的ではさらに自動車利用が高まる結果となっている。

## 5. おわりに

以上、本稿では第3回東京都市圏パーソントリップ調査において将来交通需要予測を行うにあたり、現在いわれている社会潮流の変化及びゾーン構造の変化をどのように考慮したか、その紹介を行ってきた。

今回”生成交通量予測”の段階では高齢化、自動車運転免許所有率の増大、女性の社会進出について、また、”分担交通量予測”の段階では自動車運転免許所有率の増大といった社会潮流の変化を一面ではあるものの、ある程度将来交通需要予測の中に取り込めたものと考えられる。

今後の課題としては、”生成交通量予測”の際に現在の自動車運転免許所有・非所有者の原単位は将来的にも変化しないとしたが、特に高齢者については基本的な検討が必要となろう。さらに高齢者については、”分担交通量予測”における取扱いについても今後検討が必要となろう。

また、今回”分布交通量予測”の段階では直接社会潮流の変化を取り込めなかったものの、高齢者・女性・国際化による外国人の行動などについても検

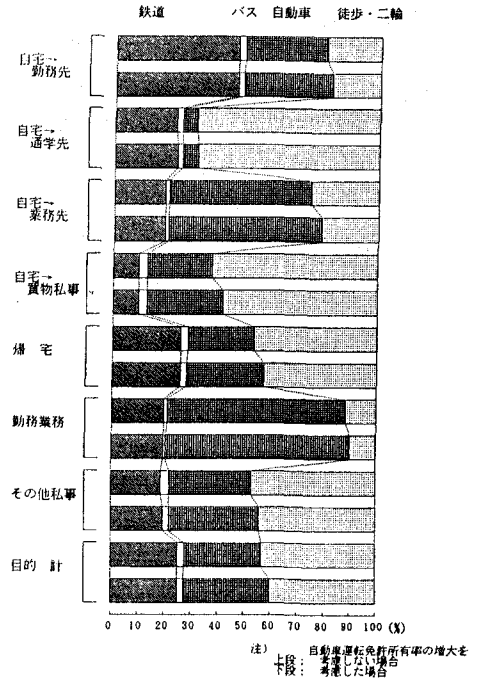


図-12 63PTによる手段構成予測結果

討を加える必要があろう。

なお、本稿は、東京都市圏交通計画協議会、同委員会の検討、(財)計量計画研究所及び(株)日本能率協会総合研究所より構成される東京都市圏パーソントリップ調査推進本部の作業を踏まえて取りまとめたものであり、関係各位に感謝の意を表する。

(1) : 本都市圏における将来交通量の予測は2ケース設定しているが、本稿での紹介はケース1(趨勢型)による予測結果である。