

都営鉄道12号線の需要推計について

TRAFFIC DEMAND FORECAST FOR TOKYO SUBWAY LINE NO.12

平山 義 貴*
羽生田 茂 **
中村 茂 之***

It is usual that the integrated 4-stage forecasting method is used for traffic demand forecast. But, for areas like the Tokyo traffic sphere, a specific forecasting method has been employed which is based on the Large City Traffic Census — an origin-destination survey carried out every five years on trips by trains and buses with commuter's tickets.

In this report, descriptions are made on the method and results of the census-based traffic demand forecast by the Tokyo Metropolitan Government for planning Tokyo Subway Line No.12.

1. はじめに

交通需要予測の手法としては、パーソントリップ調査を基礎データとした標準的な手法である四段階推定法が、確立された体系的な方法となっている。

しかし、個別の交通事業者にとっての需要推計は、需要推計を行う目的や、自ら経営し、計画する交通機関や、事業対象地域が限定されているのであるから、必ずしも、パーソン・トリップ調査等の広範な調査対象を有する調査に依拠し、体系に従って需要推計を行う必要性を持つ訳ではない。

この事例報告では、大都市の民営・公営鉄道に於

*正会員 東京都地下鉄建設(株)設計部

(〒112 文京区小石川1-15-17)

** 東京都地下鉄建設(株)計画部

(同 上)

***正会員 東京都地下鉄建設(株)計画部

(同 上)

ける新線建設に際しての需要推計の一事例として東京都交通局の計画する「都営鉄道12号線」の需要推計について報告する。

この需要推計は、基礎データとして、5年ごとの国勢調査にあわせて実施されている「大都市交通センサス」¹⁾を使用している。

大都市交通センサスは、東京、大阪、名古屋の三大都市圏を対象として実施され、その集計データの中心は、定期券種別(通勤・通学)の鉄道・バスの片道のみである。したがって四段階推定法になぞらえれば、交通手段別の配分交通量のプレゼント・パターンモデルが、通勤・通学目的について、鉄道・バスの分野ではデータ化されていることを推計の出発点としている。

以下、都営12号線の概要に触れた後、大都市交通センサスのデータを中心に扱う推計手法と、その手法を用いた推計結果等について、順次報告を行う。

2. 都営鉄道12号線の概要

都営鉄道12号線(以下「12号線」という)は1972年に都市交通審議会から「東京圏高速鉄道網整備計画」として答申された13路線の1つである。1985年の運輸政策審議会では一部区間の延長を追加して改めて答申されている。^{2) 3)}

12号線は、図-1に示すように、新宿副都心を起点として、春日、御徒町、蔵前、森下、月島、浜松町、六本木、代々木を経由して再び新宿に戻る環状都約29kmと、新宿から東中野、西武練馬、豊島園を経て、12,000戸の住宅団地である光が丘までの14kmの放射部を基本とする路線である。

この内、放射部の建設は東京都交通局が、環状部の建設は、昨年(1988年)設立された第三セクター・東京都地下鉄建設株式会社が、それぞれ行い、完成後は一括して東京都交通局が運営を行うこととなっている。

12号線の需要推計を行う上での特徴は、環状路線で多くの世線との連絡駅がある点にある。既設の地下鉄やJR線が都心を中心点として見ると放射状に走っており、図-1に見るように各所で、12号環状ルートとの各駅と交差している。

また、JR山の手線の東部地域での南北方向の交通機関は、専らバスに頼っていることから、バスから鉄道への交通機関の変更、交通流方向の変化などがもたらされる。

更に、環状ルートの沿線には、都庁舎の移転が行われる新宿副都心地区をはじめ、大川端、汐留、13号地などの大規模再開発地区があり、これらの大規模再開発に伴う交通需要の増大も考慮しなければならない。

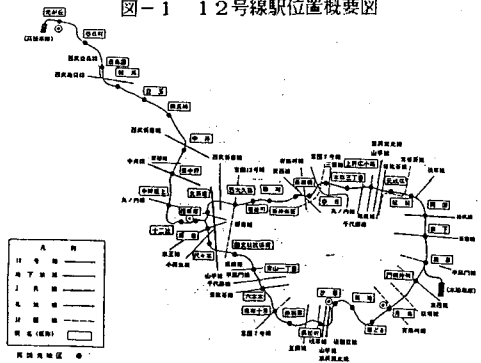
このような12号線の路線的な特徴を踏まえ、以下述べるような需要推計を行った。

3. 都営鉄道12号線の需要推計手法

(1) 12号線の需要推計手法の概要

都営鉄道の需要推計手法は「東京都交通局乗客量推計基準・解説」⁴⁾にまとめられている。12号線の需要推計も、この基準を基礎として行われている。その概要を図-2に示す。

図-1 12号線駅位置概要図



以下、図-2に示す作業内容に従って推計手法について詳述する。

(2) 路線網、駅勢圏の設定

推計年次における路線網の設定は既設線と12号線、および推計年次までには開業している予定の計画線・工事線を含めて設定している。しかし、使用する原データである大都市交通センサスは5年ごとの資料であるから、データ集計時と推計作業を行う時点との間に開業した路線については推計上の扱いとしては工事線となる。

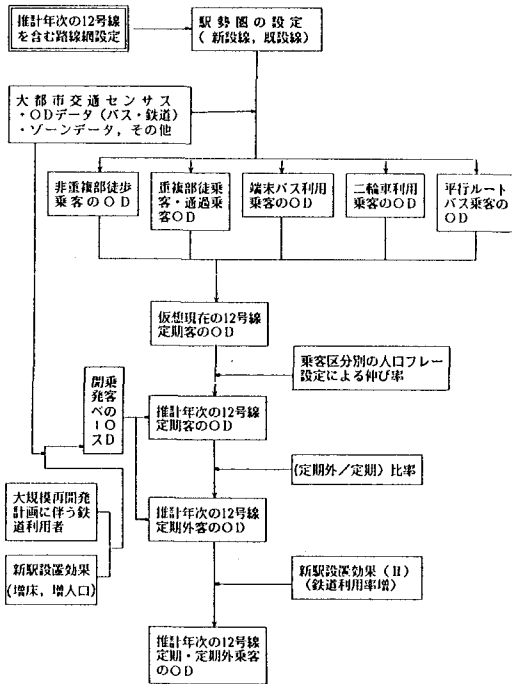
既設線・12号線と、計画線との扱い上の差異は前者はそれ自身の駅勢圏を持っているけれども、後者は、既設線・12号線との連絡駅を除くに単独駅の駅勢圏を設定しない点にある。

この点は、特に計画線の沿線に大規模な宅地開発等がある場合など需要推計上の誤差の原因となるけれども、12号線の計画地域の既設駅密度が比較的高いこと、それが低い放射部の地域に他の計画線等が無いことから、今回の推計作業の中では大都市交通センサスのOD量の中に、量としてはカウントされていて、路線配分だけが計画線に対して行われると考えて実用上は問題がないとして取扱った。但し、後段に述べるように、常盤新線については別な扱いをしている。

次に駅勢圏の設定であるが、駅勢圏は、「徒歩駅勢圏」と「二輪車駅勢圏」に分類しているが、特別な場合を除いて、前者だけ扱う。

徒歩駅勢圏の範囲は、地域(実際には行政区分

図-2 需要推計の概要



別)の特性を考慮して、半径500m、750m、1000m、1500mの4種に分けて設定する。これを基準として、隣接駅との境界については、重なる円の半径の比に応じた位置での垂直二等分線で決定するなど、図-3のような分割をする。

更に、大都市交通センサスのゾーン別発着人員表や、行政データの人口データの利用を容易にするため細部を調整し、既設線各駅については、それぞれ重複することのない駅勢力圏に、対象地域が分割されることになる。

12号線の推計では、千代田区・中央区内については、半径500m基準円、JR山手線内の各区については半径750m基準円、練馬区、江戸川区などは、

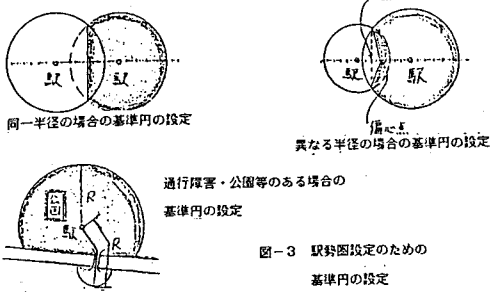


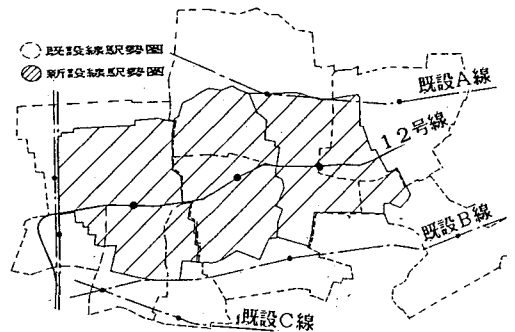
図-3 駅勢力圏設定のための基準円の設定

1500m基準円、その他の都区部では1000m基準円をもとに駅勢力圏を設定した。区分の際に考慮した地域特性は、鉄道駅密度である。

対象地域を既設駅の駅勢力圏で分割した後に、12号線各駅の駅勢力圏を単独に設定し、既設各駅の駅勢力圏に重ねあわせる。範囲設定の基準は既設駅と同一とし、連絡駅の駅勢力圏は既設線の駅勢力圏と一致するようにする。

このようにして作成された駅勢力圏図の事例が図-4である。

図-4 駅勢力圏分割図

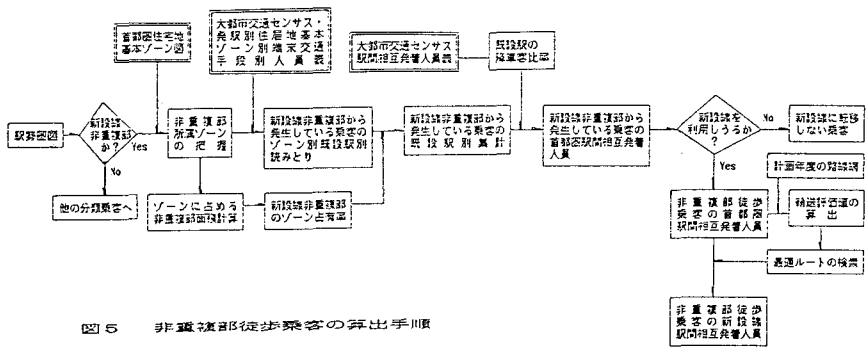


徒歩駅勢力圏を重ね合わせた結果、12号線駅勢力圏と既設線徒歩駅勢力圏の双方で覆われた部分を「重複部」と称し、どちらかのみで覆われた部分を「非重複部」と称する。また、どちらにも覆われていない部分を、「駅勢力圏空白部」と称する。

(3) センサスベース乗客

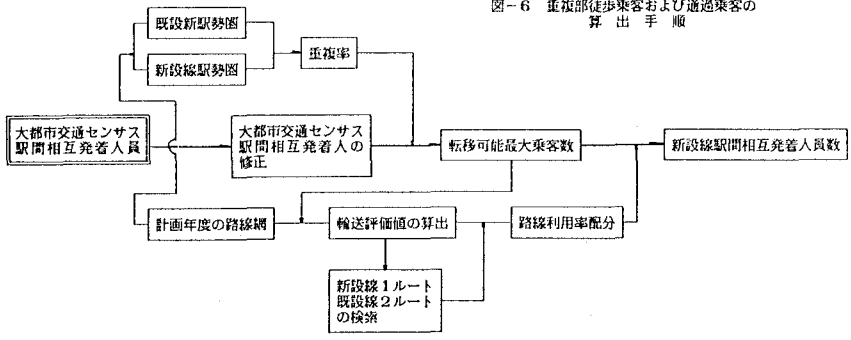
大都市交通センサスは、調査時点での鉄道またはバスの定期(通勤・通学)利用者の片道OD表を中心的なデータとして持っている。

このデータを基礎として推計される乗客は、新設の12号線の開業に伴い、現在利用している路線を変更して12号線に何らかの形で転移してくることになり、このような乗客を「センサスベース乗客」と総称している。図-2で、示すように、センサス・ベース乗客は、大都市交通センサスと、設定した駅勢力圏とから直接に推計される基礎的な乗客である。



① 非重複部徒歩乗客
12号線の既設駅の駅勢圏との非重複部で発着する(徒歩で)乗客を非重複部徒歩乗客と言う。その算出手順は、図-5に示す。
この乗客の推計のための基礎データは「大都市交通センサス発着駅別居住基本ゾーン別端末交通手段別人員表」である。
このデータからは、12号線の非重複部駅勢圏で発(着)する乗客数と利用している既設線各駅についての情報が得られる。(その意味で、その居住地基本ゾーンは「非重複部」ではないが、ここでは、推計上、問題点を残さないで、そう称して差しつかえない。)
そこで、ここで得られた乗客数の0日パターンは、大都市交通センサスの駅間の0日表にしたがって配分される。こうして配分された「非重複部徒歩乗客の首都圏駅間相互発着人員表」をもとに、輸送評価値をパラメータとした最適路線配分を行うことにより、12号線の非重複部駅勢圏を発(着)する乗客数を推計することが出来る。最適路線配分等については後述する。

② 重複部徒歩乗客・通過乗客
重複部徒歩乗客とは徒歩駅勢圏重複部で発着する乗客で、徒歩で12号線を利用する乗客を言い、通過乗客とは、既設線の非重複部駅勢圏を発(着)する乗客で、その発着地間移動ルートの一部に12号線を利用する乗客を言う。その算出手順は、図-6に示す。
重複部徒歩乗客の12号線利用の形態は、自線内に発着駅を有する場合(自線内発着)、自線発で他線に着する場合(流出)、他線発で自線に着する場合(流入)の三形態である。
重複部徒歩乗客の算出にあたっては、他のセンサスベース乗客との二重計上を避けるために、以下のような控除を行い、大都市交通センサスの0日表に修正を施す必要がある。
すなわち、第1に、12号線との重複部を有する既設駅の発着量に徒歩率(端末交通手段として徒歩の占める割合)を乗じ、既設駅の発着量から徒歩以外の量を控除する。
第2に、12号線非重複部駅勢圏の徒歩乗客で、既設駅を利用している乗客量を控除する。



第3に、重複部を持たない既設駅利用者のうち、端末交通手段にバスを利用している場合は、後述する端末バス利用乗客の算出の際に計上する対象となるので、12号線端末バス利用乗客の算出後、その分を控除する。

以上の0日表の修正を行った後に、この0日表のパターンに従って12号線を利用し得る最大乗客数を算出し、以下非重複部徒歩乗客と同様の路線配分を行って、各利用形態の12号線利用乗客を推計する。

通過乗客についても同様の手順で推計される。

c) 端末バス利用乗客

徒歩駅勢圏外の地域で発着する乗客で、バスと鉄道とを乗り継いでいた乗客が、12号線に対してバスを端末交通手段として利用して転移してくる事が考えられる。このような乗客を端末バス利用乗客という。

端末バス利用乗客の算出は、以下の手順による。

駅勢圏図にバスルートを加え、駅勢圏空白部を通過し、12号線、既設線の双方に接続するバスルートと、空白部内の停留所を把握する。そして、これら停留所と、接続駅との0日量を大都市交通センサスのバス0日表から読み取る。

この0日量はバスの定期客であるから、鉄道の定期客に換算する補正を施した後に接続駅の0日パターンで、配分し、バスを端末交通手段として鉄道に乗り継ぐ乗客の0日表を作成する。

その後、バスルートに接続する12号線の駅を確定し、路線配分を行う。

なお、バス定期客の補正は、(鉄道駅の定期率)/(鉄道駅接続のバス定期率)によって行うが、データとしては、鉄道駅の定期率は「都市交通年報」から、バス定期率は東京都交通局の「運輸統計年報」からそれぞれ得ている。

d) 平行ルートバス乗客

従来バスルートだけで、鉄道の無かったルートに12号線が通ることにより、鉄道利用に転移する乗客を平行ルートバス乗客という。

平行ルートバス乗客の算出は以下の手順による。路線網図に12号線と12号線に連絡する既設線ルートの500 m圏を描き、これにバスルートを重ねて

対象となるバスルートと停留所を把握する。

バス停留所を鉄道駅に対応するように集約し、大都市交通センサスのバス0日表によって乗客数も集約して端末バス利用乗客の算出時と同様に鉄道定期客数に補正し、これらの乗客数はすべてバスから鉄道に交通機関を変更するものとしている。

(4) 輸送評価値と路線利用率

路線配分を行うための輸送評価値と路線利用率については、次のような考え方で決定している。

a) 輸送評価値

ある発着地間を結ぶルートの輸送評価値 E_s は以下の式で定める。

$$E_s = \alpha (T_1 + T_2 + T_3 + T_4) + C + C'$$

α : 時間価値

T_1 : 鉄道所要時分

T_2 : 乗り換え時間

T_3 : 待ち合せ時間(運転時隔 $\div 2$)

T_4 : $t_1 + t_2 + t_3$

t_1 : バス所要時分

t_2 : バス鉄道乗り換え時分

t_3 : 乗り換え待ち合せ時間

C : δ ルートの運賃

(鉄道1ヶ月定期運賃 $\div 60$)

C' : δ ルートのバス運賃

(バス1ヶ月定期運賃 $\div 60$)

輸送評価値は、最終的に金額費用で表示され、数値が大きくなるとその交通ルートの選択可能性は低くなる。個々の丁の値は時刻表や実際の運行データ、実地調査を行った結果などを用いている。

また α の取り方であるが、(センサス各0日の総経費)/(総所要時間)で求めており、今回の推計では、 $\alpha = 5.55$ となっている。

b) 路線利用率

乗客の路線配分は、推計年次における路線網で12号線を利用するルートと既設路線を利用するルートのうち輸送評価値の低い方から数えて二番目までの、合計三ルートに路線配分を行う。

配分に際し用いる路線利用率は、互いに競合す

る二ルートに対して、個人のこれらルートに対する評価値と、平均的評価値である前項に述べた輸送評価値の差の差を確率変数として、これに対する個人の分布は正規分布すると仮定し、これを標準正規分布に変換したプロビットモデルにより求める。路線利用率 S_s は、

$$S_s = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\mu/\delta} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

但し、 S_s ：競合する二ルート（ Γ ルート、 δ ルート）のうち δ ルートの利用率

μ ： $E_\Gamma - E_s$

δ ： $k(E_\Gamma + E_s)$

E_s, E_Γ ： δ 、 Γ ルートの輸送評価値

実際には三ルートに配分するから、三ルートずつ利用率を求めて、三ルートの率を求めることになる。

なお上式のうち k が未知であるが、これまでの実績等から、今回の推計の中では $k=0.08$ という値を用いている。

(5) 仮想現在の定期客OD表

今回の推計では、1985年の大都市交通センサスのデータを使用し、推計年次を1996年（開業予定年）とした路線網に配分している。このOD表を仮想現在の定期客OD表と称し、推計のベースとしている。

図-2に示すように、これまで述べたセンサスベースの各乗客数を集計することにより、仮想現在の定期客OD表が作成できるが、仮想現在のOD量は1985年のOD量であるから、推計年次までの人口動態や、12号線と重複部を有する駅の利用者数のトレンドなどによる伸び率を設定し、推計年次のOD量に変換し推計年次OD表を作る。伸び率は推計乗客の種別ごとに設定され、その集計で推計年次の定期客OD表を作成する。

(6) 再開発ベース乗客

再開発ベース乗客とは、12号線沿線の大規模再開発計画によって、発生側、集計側に生ずる乗客をいう。この乗客数は、大都市交通センサスのOD量としては計上されていない乗客数であるから、ロジッ

クとしては四段階推定法の段階を踏んで推計される。推計手順の概要を図-7に示す。

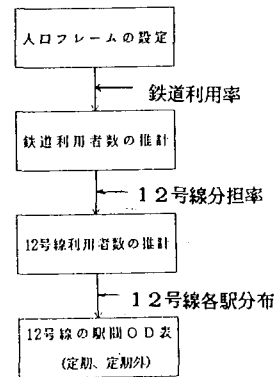


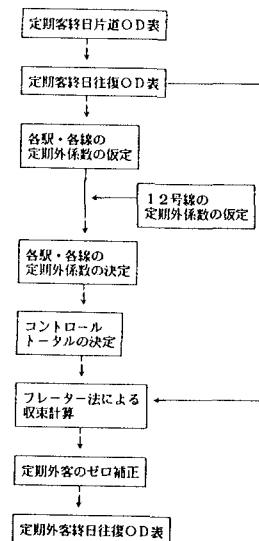
図-7 再開発ベース乗客推計手順

図中の鉄道利用率、12号線分担率などの値は具体的な開発計画に応じて設定される。なおこの再開発ベース乗客は、定期客と定期外客とを別々に推計する。

(7) 定期外客の推計

推計年次の定期客のOD表を基礎に、定期外客を推計する。定期外客の算出手順を図-8に示す。

図-8 定期外客の算出手順



終日往復の〇日表を片道〇日表に直すには、フレーター法によって設定された定期外係数と、同じゾーンの定期客人員とを乗じて終日片道の定期外客の〇日表とすれば良い。

これと終日片道の定期客OD表とを重ね合わせて
所要の終日片道OD表を得る。

(8) 推計作業へのコンピューター利用

1970年代の前半では、以上述べたように作業のすべてを手作業で行っていたが、大都市交通センサスの0日データがファイルとして利用出来るので、現在は、作業の多くをコンピューターで行えるようになっている。

内容としては、ネットワークの作成、最適路線の探索、0日データの集約、フレーター法による定期外客の計算、新設線の0日表、駅間通過人員の計算などは、すべてコンピューターによって行っている。

また中間段階での乗客種別の01表もデータ化されているので、そうしたデータへのアクセスも容易になっている。

4. 12号線の需要推計の結果

今回の需要推計は、1985年大都市交通センサスの諸データを用い、12号線の放射射・環状部の全線が開通する予定である1996年度時を推計年次とするものである。想定した1996年の路線網図を図-9に示す。

また今回の推計作業では、既述の手法に加えて1978年パーソントリップ調査⁷⁾をもとに、定期外客が定期客と異なるO/Dパターンを有することを考慮しに補正を行っている。

これは、特に12号線が放射線部と環状線部の二つのルートをおわせ持っていることを推計上考慮したもので、放射方向と比べ環状方向の流動に定期外客が多いという78年PT調査の結果を反映させている。

具体的には、78年PT調査からゾーン間の定期外・定期比率を算出し、12号線定期客の各駅に対応させて定期外客の各駅表を作成するという方法をとっている。

図-9 1996年度ネットワーク

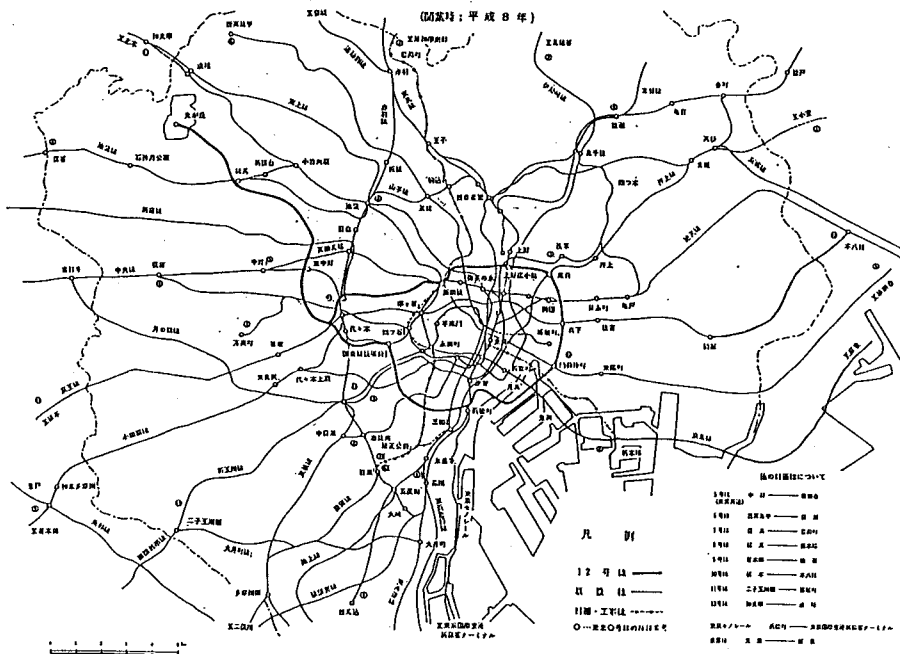


表-1 推計結果の概要

1985年（センサス調査年度） 仮想現在	1996年度（開業時） 単位：人／日			
定期客 555,978人／日	定期客 617,018	定期外客 383,248	総旅客 1,000,266	ピーク時乗客量 代々木→国立競技場前間 25,640人／時

表-2 輸送量・各種運輸指標の概要

種別	算定年次	営業キロ A (km)	送日総旅客数 B (人)	送日1キロ当たり 旅客数 C (人/km)	送日人キロ計 D (人・km)	一人平均 送キロ E (km)	輸送密度 F (人)	最遠距離区間 一時間当たり送人員 (人)
計算式				$C = B \div A$		$E = D \div B$	$F = D \div A$	
総旅客	1996	40.7	1,000,266	24,577	5,504,986	5.50	135,256	代々木→国立競技場前 25,640
放射部	1996	12.9	256,694	19,899	1,571,027	6.12	121,785	中井→東中野 23,126
環状部	1996	27.8	872,396	31,381	3,933,959	4.51	141,505	代々木→国立競技場前 25,640

注) (1) ピーク1時間送人員は定期客（駅方）の50%とする。
(2) 放射部及び環状部それぞれの旅客数は、放射部から環状部への乗り換え客を算入して計上している。

推計結果の概要を表-1に示す。表の総乗客数に占める大規模再開発乗客数（再開発ベース乗客数）は49,058人（定期客31,526人、定期外客17,532人）、4.9%である。考慮した大規模再開発は光が丘、都庁移転、大川端再開発計画である。

表-2には、需要推計結果に基づいて作成した輸送量と運輸指標を示した。これらの指標等によって開通後の営業計画、収支予測などが行われる。

5. 結 語

以上、都営鉄道12号線の需要推計について、その概要を述べてきた。東京都交通局では、この十数年間、基本的にここで述べた需要推計手法で新線建設計画に伴う予測乗客量を推計してきた。

今後、12号線の様に長大で、複雑な連絡関係を有する新線建設計画は予定されていない。今後は、既に建設していたり着工されて開通予定の明示された路線の延伸計画等への対応が必要となると考えられる。そうした点からは推計手法の簡素化が何より要請されている。

また、特に路線利用率の算出に、非集計ロジットモデルの適用を具体化し、乗客の効用の説明変数の多様化をはかる事も要請されている。

データベースとしては予測に用いたデータと結果を営業サイドと共有化していくことも必要なテーマと考えられている。

今回の報告をまとめるにあたっては、東京都交通局の松本正敏主幹、佐々木雅多加主事に、資料の提供、手法の運用の細部について多くの協力・教示をしていただいた。また、当社の吉田計画部長、福井設計部長からは有益な助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 運輸省：昭和60年大都市交通センサス（首都圏）
- 2) 都市交通審議会：東京圏高速鉄道網整備計画
- 3) 運輸政策審議会：東京圏における高速鉄道を中心とする交通網の整備に関する基本計画について
- 4) 東京都交通局：東京都交通局乗客量推計基準・解説
- 5) 運輸経済研究センター：都市交通年報
- 6) 東京都交通局：運輸統計年報
- 7) 東京都市圏交通計画委員会：昭和53年度東京都市圏パーソントリップ調査報告書