

徳島大学 正 ○ 藤 目 節 夫
徳島大学 正 青 山 吉 隆

〔1〕 序 論

都市交通問題の悪化に伴って、近年公共交通機関の整備を中心とした総合交通体系の作成が試みられるようになってきた。総合交通体系の作成は、真に交通部門に対する社会的要請に充分こたえた形でなされねばならず、そのためには経済的、技術的側面ばかりでなく社会的側面からの検討も含めた総合的な形で計画案が立案されなければならない。このうち、交通の社会的側面、すなわち交通が社会に対して与える影響、についての検討の必要性は従来から認識されていたが、その定量化が困難なため今までその影響はあまり考慮されていない。本論は交通の社会に対する影響のうち、利用者に対する影響を通勤・通学交通を対象にして、効用という形で利用者が各種交通システムより受ける影響を定量化し、総合交通体系作成の基礎的資料とすることを目的としたものである。

〔2〕 利用者の効用の評価方法

利用者の各種交通システムより受ける効用を直接的に評価する効用関数を見つめることはできないため、何らかの方法をもってこの効用を推定しなければならない。今、利用者の通勤・通学交通における交通手段選択が利用者の受けている効用に基づいてなされたと考えるならば、その結果として求まる機関別分担を用いて帰納法的に効用を推計することが可能となる。そこで効用の定量化の方法について以下述べることにする。ただ今回の場合絶対効用という形ではなく相対効用（効用差）という形で定量化しているが本論の目的が総合交通体系整備のための基礎的資料を提供することであることを考えると、相対効用でもその目的は充分達せられるものと思われる。本論ではモードとして鉄道(R)バス(B)乗用車(C)の3つを取り上げそれらの間の相対効用の定量化を行なっている。今、鉄道、バス、乗用車より利用者が受ける効用を β_R , β_B , β_C で表わし、それぞれ以下のような仮定に基づ

く確率変数であるとする。

(i) β_R はその平均が最寄りの鉄道駅までの距離 x_2 の線型1次式 $b_0 + b_1 x_2$ (b_0, b_1 は係数)、分散が全域一定の σ_R^2 の正規分布 $N[b_0 + b_1 x_2, \sigma_R^2]$ に従う確率変数である。

(ii) β_B はその平均が都心までの距離 x_1 の線型1次式 $a_0 + a_1 x_1$ (a_0, a_1 は係数)、分散が全域一定の σ_B^2 の正規分布 $N[a_0 + a_1 x_1, \sigma_B^2]$ に従う確率変数である。

(iii) β_C は平均が μ 、分散 σ_C^2 の正規分布 $N[\mu, \sigma_C^2]$ に従う確率変数であり、地域による効用の差異はないものとする。

効用に関するこのような仮定のもとに、利用者の合理的選択を仮定してたとえばバスと乗用車の相対効用 $\beta_{bc} (= \beta_B - \beta_C)$ を求めてみよう。ここでトリップの目的は通勤・通学で、その目的地は都心にあるものとする。バス、乗用車の輸送費用を C_B, C_C 、所要時間を t_B, t_C 、時間評価値を ω とすれば各モードの効用費用差 U_B, U_C は次式で表わされる。

$$U_B = \beta_B - (C_B + \omega t_B), \quad U_C = \beta_C - (C_C + \omega t_C) \quad (1)$$

さて、利用者の合理的選択を仮定しているのでモードがバスと乗用車の2つの場合バスが選択される確率 P_B は(2)式で示される。

$$P_B = \Pr[U_B > U_C] = \Pr[\beta_B - (C_B + \omega t_B) > \beta_C - (C_C + \omega t_C)] \quad (2)$$

ここで $C_{bc} = C_B - C_C$, $t_{bc} = t_B - t_C$ とおけば

$$P_B = \Pr[\beta_{bc} > C_{bc} + \omega t_{bc}] \quad (3)$$

ここで効用に対する仮定より β_{bc} は $N[a_0 + a_1 x_1 - \mu, \sigma_{bc}^2]$ に従う確率変数であるから(3)式は次のように変形できる。ここに $\sigma_{bc}^2 = \sigma_B^2 + \sigma_C^2$ である。

$$P_B = \int_{C_{bc} + \omega t_{bc}}^{\infty} f(\beta_{bc}) d\beta_{bc} = \int_{K_{bc}}^{\infty} \phi(z) dz \quad (4)$$

ここで $f(\beta_{bc})$ は β_{bc} の確率密度関数、 $\phi(z)$ は標準正規分布の確率密度関数、 K_{bc} は次式で示されるものである。

$$K_{BC} = \frac{C_{BC} + \omega t_{BC} - (a_0 + a_1 x_1 - \mu)}{\sigma_{BC}} \quad (5)$$

ここで K_{BC} はデータより P_B が与えられると一意的に求められるので、従って重回帰分析により (5) 式の未知パラメーター σ_{BC} , ω , $(a_0 - \mu)$, a_1 を決定することができる。よって β_{BC} の分布形が決定されるのである地域におけるバスと乗用車の相対効用 β_{BC} の定量化が可能となった。他のモード間の相対効用も効用に関する仮定を考慮すれば同様にして定量化が可能である。

[3] 評価システムの妥当性

[2] で提案した利用者の各モードより受ける効用の評価方法は効用に対する3つの仮定のもとに相対効用として定量化したものである。その妥当性について検討を加える必要がある。そのためには (4) 式が未知パラメーターが決定された時には一種の分担率の予測モデルになっている点に着目して、(5) 式重回帰式で求められたパラメーターの値を用いて分担率の予測値を算出し、これと実測値との相関関係をみれば良いことになる。また今回効用の評価に用いた要因がどれほどの意味(ウェイト)があるかについては (5) 式重回帰式における標準偏回帰係数を比較することにより大体的推定が可能である。昭和45年の松山地域における国勢調査の結果に対する各モードの組合せにおける相関係数の値を表-1に、パラメーターの値を表-2に、標準化した変数に対する重回帰式を表-3に示す。相関係数についてはバスと乗用車の組合せを除い

ては高い値が求まっており相対効用の定量化がかなりうまくいっているものと思われる。パラメーターについてみれば a_1 , b_1 とも負の値が求まっており、このことは β_B , β_R の平均値がそれぞれ x_1 , x_2 に対して減少関数であることを示しており、その程度は x_2 に対する方が大であり、我々の常識と一致するものである。標準偏回帰係数をみると、 x_1 , x_2 とも K に対する影響度が大きであり、今回の効用の仮定に対する妥当性が推察される。

[4] 効用の評価値と交通施設整備水準の関係

紙面の都合で求められに相対効用の値は省略するがこの結果より相対効用と交通施設整備水準の関係については次のことが明白となった。(i) 鉄道沿線のゾーン(当然鉄道の整備水準が高い)においては β_R がほとんど最大となっており、最大でないゾーンにおいては道路が鉄道の短絡路としての役割をしている。(ii) β_B はすべてのゾーンにおいて β_C よりも低く全域的なバスの整備水準の低さが示唆される。

[5] 本モデルの整備計画への適用

本モデルは各モードより受ける効用を定量化したものであるがこの結果を用いて今後の整備計画への方向づけが可能となる。たとえば β_R , β_B が β_C よりも低いゾーンにおいてはどちらかの公共交通機関の整備を重点的に行う必要があるであろうし、また β_R が最大のゾーンにおいてはさらにその効用を増すべく鉄道駅へのアクセスをさらに改善する必要があるであろう。ただ本モデルにおける効用の仮定がかなり単純化されているため具体的な整備計画による利用者の効用の向上を明確に把握できないが効用の仮定をより詳細に行なうならばこの点に関して可能となり社会的側面からの整備計画がより現実的なものとなると思われる。

[6] 本モデルのモータルスプリットの予測への応用

モードが2つの場合に本モデルがモータルスプリットの予測に用いることができることは前述したがモードが3つ以上の場合にもモードが2つの場合に求まった相対効用の分布形を用いて相対効用間の独立性を仮定すれば予測が可能である。たとえば鉄道の分担率 P_R は $P_R = P_R[U_R > U_B, U_B > U_C] + P_R[U_R > U_C, U_C > U_B] \div P_R[U_R > U_B] \cdot P_R[U_B > U_C] + P_R[U_R > U_C] \cdot P_R[U_C > U_B]$ これについての詳細は当日発表する。

表-1 相 関 係 数

モード	鉄 道 バ ス	鉄 道 乗 用 車	バ ス 乗 用 車
相関係数	0.941	0.950	0.491

表-2 パラメーターの値

	σ	ω	a_1	b_1	定数項
鉄 道 バ ス	369.19	6.45	-7.624	-83.25	-0.65
鉄 道 乗 用 車	410.71	6.45	—	-83.25	-0.08
バ ス 乗 用 車	62.58	6.45	-7.624	—	0.02

表-3 標準化された変数に対する重回帰式

モード	重 回 帰 式
鉄 道 バ ス	$K'_{RB} = 0.069 C'_{RB} + 0.206 t'_{RB} - 0.169 x'_1 + 0.765 x'_2$
鉄 道 乗 用 車	$K'_{RC} = 0.306 C'_{RC} + 0.253 t'_{RC} + 0.775 x'_2$
バ ス 乗 用 車	$K'_{BC} = 6.107 C'_{BC} + 2.202 t'_{BC} + 4.174 x'_1$