

東京大学 学生員 荒井俊之
 東京大学 正 員 島崎敏一
 東京大学 正 員 家田 仁

1. はじめに

本研究では、通勤者の主たる駅へのアクセスモードの中から徒歩と自転車を取り上げ、この両者の機関分担を解析する。その方法としては、所要時間・コストなどの計量可能な要因ばかりを用いるのではなく、人間の主観的・心理的な面にも注目して行なう。このために、交通機関選択に関してのマイナスの効用を不効用と呼び、この不効用を駅へのアクセス距離に関する項と関しない項とに分離することによって、徒歩と自転車の選択理論を組み立てる。そして後者の不効用を時間単位で人によって分布という形で求めることを目的とする。

2. 徒歩と自転車の手段選択理論

まず次の3つの不効用を定義する。

(1) 徒歩の場合の駅へのアクセス距離に関する不効用（以後、徒歩の距離依存不効用と呼ぶ）

主として所要時間を意味する。

(2) 自転車の場合の駅へのアクセス距離に関する不効用（以後、自転車の距離依存不効用と呼ぶ）

同じく主として所要時間を意味する。

(3) 自転車の場合の駅へのアクセス距離に関しない不効用（以後、自転車のモード固有不効用と呼ぶ）

人によって異なる値をとるが、同じ集団の中では一つの確率分布に従う。

（注：徒歩を基準にするので徒歩のモード固有不効用はゼロである。）

本研究で求めようとするのは(3)の自転車のモード固有不効用である。その具体的内容は次のようなものであると思われる。

(1) コスト・・・購入時の出費、維持費、駐輪費用

(2) 駐輪場での事項・・・出し入れの際の煩わしさ（自宅でも同じ）、施錠の手間、駐輪場が駅から遠い、自分の自転車を見つけにくい、駐輪場が狭い

(3) 自転車乗車中の事項・・・雨・風などの自然条件、事故の危険性

(4) その他・・・盗難の危険性など

ところで距離依存不効用には、所要時間の他に労力という事項も考えられる。しかしエネルギー代謝率の立場から、徒歩と自転車の単位時間当りのエネルギー消費量は同じであるという結果が得られるので、距離依存不効用は駅までの所要時間の分布として定義する。

次にこの3つの不効用から徒歩分担率を表わす式を導く。前提条件としては「人間はある選択状況の中から最も不効用の小さい選択肢を選択する」である。いま、アクセス距離を l 、徒歩の距離依存不効用を U_F^l 、自転車の距離依存不効用を U_C^l 、自転車のモード固有不効用を U_C^* とすると、たたみ込み法により徒歩分担率 P_F は次のように表わされる。（ ϕ は分布を意味する）

$$P_F(l) = \int_0^\infty \int_0^\infty \phi_{U_C^*}(U_C^*) \phi_{U_C^l}(U_C^l + U_F^l - U_C^* l) \phi_{U_F^l}(U_F^l l) dU_C^* dU_F^l dU \quad \dots \textcircled{1}$$

よって徒歩分担率を調査することにより、自転車のモード固有不効用 U_C^* を推定することができる。

しかし①式は右辺が3つの関数の積の3重積分であることや、左辺の徒歩分担率が観測された不規則な関数として定義されることを考えると、これを解析的に解くことは困難である。そこでモード固有不効用 U_i^* の分布を仮定して数値積分を行なって解くことにする。分布としては対数正規分布と正規分布の2つを仮定する。

3. 理論の適用

本研究では、東大都市工学科の新谷・太田研究室が三鷹市・調布市において行なった調査データを用いる。このデータより、駅までのアクセス距離を500mきざみに分け、近い順に1～6のゾーン番号をつけ、各ゾーンの徒歩分担率を求めたところ表1のようになった。

表1 徒歩分担率

ゾーン	1	2	3	4	5	6
徒歩 (人)	35	178	87	22	6	4
自転車 (人)	1	15	21	19	9	8
計 (人)	36	193	108	41	15	12
徒歩分担率	.972	.922	.806	.537	.400	.333
距離の平均 (m)	363	744	1222	1698	2123	2668

(計 徒歩 332人 自転車 73人 合計 405人)

また距離依存不効用を求めるための徒歩と自転車の速度分布のデータは、当研究室で過去に調査されたものを用いる。これによると徒歩の速度分布は平均1.407%、標準偏差0.229%の対数正規分布、自転車の速度分布は平均4.155%、標準偏差0.801%の対数正規分布に従うとされる。

以上のデータを用いて自転車のモード固有不効用の推定を行なう。モード固有不効用に適当な平均と標準偏差を与えて、 χ^2 値が最小になるような値を採っていったところ、次のような結果を得た。

- (1) 対数正規分布仮定の場合 平均910秒 標準偏差500秒
- (2) 正規分布仮定の場合 平均820秒 標準偏差380秒

これらの推定値について、 χ^2 検定とAIC検定を行なった結果、(1)、(2)とも分布の推定値は妥当とされた。しかし(1)と(2)の推定値の間に有意な差は認められなかった。

一例として図1に(1)の分布の形状を、図2にその場合の徒歩分担率曲線を示す。

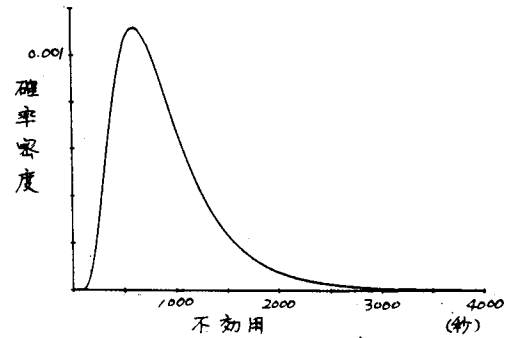


図1 自転車のモード固有不効用

4. おわりに

本研究の結論として、自転車のモード固有不効用は平均15～16分という値を得た。しかし分布形状については、はっきりと定めることはできなかった。もしモード固有不効用に負の値(すなわち効用である)を認めるならば、正規分布を採用するのがよいであろう。

今後の課題としては、バスのモード固有不効用の算出がある。しかしバスは運賃の問題があり、エネルギー消費量も徒歩などとは異なってくるので、本研究のように解くことはできない。しかし徒歩・自転車・バスで、通勤者の駅へのアクセス手段の約95%をも占めることから、バスのモード固有不効用は是非求めたいものである。

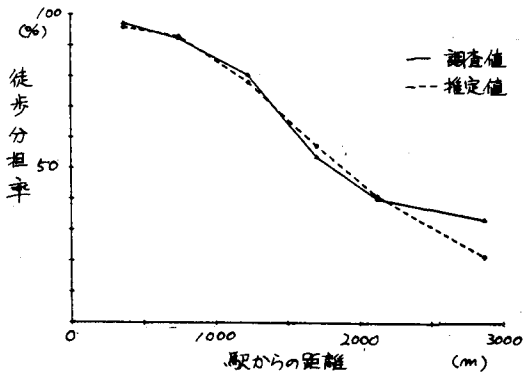


図2 徒歩分担率曲線