

通勤通学交通における着席効用を考慮した交通機関選択行動に関する研究

九州大学工学部

学生会員 三浦 英恵

九州大学大学院 工学研究院

正会員 大枝 良直

九州大学大学院 工学研究院

正会員 角 知憲

1. はじめに

鉄道や路線バスといった公共交通においては、車内混雑は直ちに交通機関の運行時間増大となって現れるわけではなく、利用者の身体的・精神的ストレスとして蓄積される。家田ら¹⁾は、この混雑によるストレスを所要時間へと転嫁させ、目的地への時間が余分にかかっても、混雑していない便を選択し、座席を獲得しようとする旅客が少なくないことを示した。しかし一方で、通勤通学交通においては、限られた時間内に交通行動を行わなければならない。

そこで、本研究では、通勤通学交通における交通サービスの在り方を考える足掛かりとして、通勤通学者にとっての着席効用を定量的に評価することを目的とする。

2. 乗車便選択モデル

2-1. 乗車便を選択することの非効用

駅やバス停といった乗車場所に到着した旅客は、先頭から順番に乗車便選択順位を獲得する。そしてその順に、乗車可能な便に対して、それぞれを選択する場合の非効用 D を計算し、非効用が最小となる便を選択しているものとする。ここで、旅客が乗車場所に到着した時点から最も早く出発する便を先発（第 i 便）、その次に出発する便を次発（第 j 便）とし、非効用をそれぞれ次のように表す。

$$D_i = P_i(n_i) \times D_{\text{着}} + (1 - P_i(n_i)) \times D_{\text{立}} \quad \dots (1)$$

$$D_j = P_j(n_j) \times D_{\text{着}} + (1 - P_j(n_j)) \times D_{\text{立}} + D_{\text{待}} \quad \dots (2)$$

$P_i(n_i)$: 第 i 便での着席確率

$D_{\text{着}}$: 着席して車両に乗車することの非効用

$D_{\text{立}}$: 立席して車両に乗車することの非効用

$D_{\text{待}}$: 次発便を待つことの非効用

一般的に通勤通学交通においては、目的地到着時刻に対して、始業時刻に遅刻することの非効用が存在するが、当モデルにおいては、先発と次発の運行間隔が短く、どちらに乗車しても始業時刻に遅刻することの非効用は変わらないものとする。

尚、 $D_{\text{着}}$ 、 $D_{\text{立}}$ 、 $D_{\text{待}}$ はそれぞれ次のように定義する。

- 1) 着席してバスに乗車することの非効用 $D_{\text{着}}$

$$D_{\text{着}} = \alpha \times t_r \quad \dots (3)$$

α : パラメータ (=1)

t_r : 所要時間

- 2) 立席してバスに乗車することの非効用 $D_{\text{立}}$

$$D_{\text{立}} = \beta \times t_r \quad \dots (4)$$

β : パラメータ

- 3) 次発バスを待つことの非効用 $D_{\text{待}}$

$$D_{\text{待}} = \gamma \times t_w \quad \dots (5)$$

γ : パラメータ

t_w : 待ち時間

2-2. 着席確率

乗車場所で待機している旅客は、先頭から順に車両に乗り込む。その時、先発第 i 便における旅客の着席確率は、既に乗車している人数に自分を加えた数が、座席数よりも小さくなる確率に等しいので、次のようになる。

$$P_i(N_i) = \begin{cases} 1 & (N_i + 1 \leq C_i) \\ 0 & (N_i + 1 > C_i) \end{cases} \quad \dots (6)$$

N_i : 既に第 i 便を選択し、乗車している人数

C_i : 第 i 便の座席数

しかし車両は、立席して乗車している旅客がいる場合でも必ずしも満席になっているとは限らない。そこで、空席数の平均値を用いたポアソン分布を空席数の分布とし、旅客の着席確率を以下のように表す。

$$P_i(n_i) = \begin{cases} \sum_{k=0}^n e^{-u} \frac{u^k}{k!} & (n_i \geq 0) \\ 0 & (n_i < 0) \end{cases} \quad \dots (7)$$

n_i : 座席数までの余裕 (= $C_i - N_i + 1$)

u : 平均空席数 (=2.8)

また、次発第 j 便における旅客の着席確率は座席数 C_j に車両の平均座席数を用いて同様に表す。

3. モデルの適用

3-1. 調査データ

本研究では、電車を利用して JR 九大学研都市駅に到着し、その後、駅を始発とする伊都キャンパス行き

のバスで大学へと向かう旅客を調査対象とする。バスの運行ルートとしては、所要時間 13 分の A ルート、所要時間 17 分の B ルートの二通りが存在するが、本研究においては、旅客はそれらの所要時間や運行時刻を経験的に知っているものとする。

また、調査対象時間帯は、始業時刻を午前 8 時 40 分とする旅客によって、通勤通学ラッシュが発生している時間帯、午前 7 時 30 分から午前 8 時 40 分までとし、ビデオカメラによる撮影を実施した。そしてその映像からバス停待機人数、各便の乗車人数、次発待ち人数、各便立席者数を計測した。また、各車両の座席数については、昭和自動車株式会社よりデータを入手した。

表-1 は各便の乗車人数と次発待ち人数の観測結果である。ここで、次発待ちとは、先発のバスでは着席できないと判断し、座席を獲得する為に、バス停で次のバスを待つ旅客を指す。また、次発待ちのある便には、便宜的にバス便番号を付けた。表-2 は、立席者のある便における空席数の観測結果である。

表-1.各便乗車人数・次発待ち人数の観測結果

出発時刻	ルート	到着時刻	座席数	待機人数	乗車人数	乗車率	次発待ち	バス便番号
7:40	電車第1便到着							
7:42	A	7:55	39	46	39	1.00	7	1
7:44	B	8:01	34	8	8	0.24	0	
7:48	電車第2便到着							
7:50	A	8:03	32	73	38	1.19	35	2
7:52	A	8:05	27	37	29	1.07	8	3
7:54	B	8:11	39	20	20	0.51	0	
8:03	電車第3便到着							
8:05	A	8:18	39	100以上	45	1.15	55以上	4
8:07	A	8:20	37	100以上	48	1.30	52以上	5
8:09	B	8:26	39	90以上	37	0.95	53以上	6
8:11	A	8:24	32	61	53	1.66	8	7
8:13	B	8:30	39	17	17	0.44	0	
8:18	電車第4便到着							
8:20	A	8:33	39	120以上	57	1.46	63以上	8
8:22	B	8:39	32	67	53	1.66	14	9
8:34	電車第5便到着							
8:37	A	8:50	27	64	52	1.93	12	10
8:40	B	8:57	39	14	14	0.36	0	

表-2.立席者のある便における空席数観測結果

空席数(席)	観測本数(本)
0	4
1	1
4	3
5	1
10	1
合計	10
平均空席数 $\bar{u}$	2.8

3-2. パラメータの推定結果

パラメータ β を正規分布と仮定してばらつきを導入すると、表-3 のような推定結果を得た。図-1 は各

便における次発選択者数である。計算値について検定を行うと、k-s 検定において有意水準 20%で、観測値に対し計算値は概ね妥当であるという結果を得た。

表-3.パラメータの推定結果

β		γ
μ	σ	
1.54	0.43	1.06

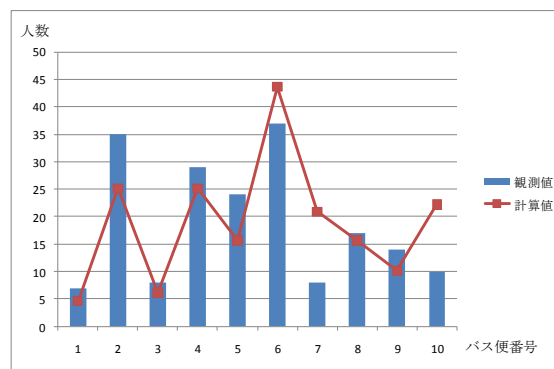


図-1.各便の次発選択者の割合

4. 考察

求められた β の値より、通勤通学交通においても旅客は着席効用を感じていることが分かる。また、図-1を見ると、出発時刻の早い便ほど、計算値に対して、実際には次発を選択した旅客が多い傾向にある。このことと、調査対象とした路線バスは時間帯によって混雑率が異なることから、旅客の立席・次発待ちの非効用の大きさは電車便選択とリンクしている、つまり、各電車便によって旅客の立席・次発待ちの非効用の大きさが異なる集団である可能性があると言える。

5. おわりに

本研究では、着席して乗車する場合に対する、立席非効用・次発バスを待つ非効用のパラメータを推定することにより、通勤通学者の着席効用を定量的に評価することができた。

今後の課題としては、同様のパラメータを下校交通に関して推定し、同じ旅客でも、登校・下校では非効用が異なるのかを検討すること等が挙げられる。

尚、本研究は平成 21 年度科学研究費補助金（課題種目：基盤研究（B）、課題番号：19360233）を得て実施したことを記して謝意を表します。

6. 参考文献

1)家田ら(1986)：「列車選択行動における着席効用度の定量的評価」