

京都大学工学部

学生員 ○佐藤 寛之

京都大学大学院工学研究科

フェロー 青山 吉隆

京都大学大学院工学研究科

正会員 中川 大

京都大学大学院工学研究科

正会員 松中 亮治

京都大学大学院工学研究科

学生員 白柳 博章

1. はじめに

21 世紀となり、高齢者を含めた全ての人が利用しやすい旅客施設整備の必要性が高まってきている。特に都市内交通においては、旅客施設での乗換抵抗が移動抵抗全体に占める割合が大きいため、旅客施設での乗換抵抗を低減するための施策を検討することは非常に重要である。そのためには、属性ごとの乗換抵抗とその要因を定量化する必要がある^{1) 2)}。そこで本研究では、旅客施設全体の乗換抵抗とその要因を定量化することができる乗換抵抗指標として乗換一般化費用を提案する。そして、ケーススタディとして天神川駅を対象とし、属性別に乗換一般化費用を計測し、乗換抵抗の低減施策による便益を計測することを目的とする。

2. 乗換抵抗指標の提案

本研究で提案する乗換抵抗指標である乗換一般化費用は、乗換行動に起因する単位時間あたりの抵抗を貨幣換算した乗換行動コストと、乗換時間より計測する。乗換行動コストは、式 (1) 及び図-1 に示すように 3 項の和と定義した。

$$W_{n,k} = W_{0,k} + V_k \times (C_{n,k} - C_{0,k}) + \delta_{n,k} \quad (1)$$

第 1 項…時間コスト：立位の状態での時間経過に起因する抵抗を貨幣換算したもの

第 2 項…エネルギーコスト：立位とのエネルギー消費量の差に起因する抵抗を貨幣換算したもの

第 3 項…心理コスト：心理的な負担に起因する抵抗を貨幣換算したもの

ここで

$W_{n,k}$ ：属性 k の乗換行動 n のコスト (円/分)

V_k ：属性 k のエネルギー価値 (円/Kcal)

$C_{n,k}$ ：属性 k の乗換行動 n の単位時間あたりのエネルギー消費量 (Kcal/分)

$\delta_{n,k}$ ：属性 k の乗換行動 n の心理コスト (円/分)

n ：乗換行動 ($n=0$ ；立位， $n=1$ ；水平歩行， $n=2$ ；階段下り， $n=3$ ；階段上り)

なお本研究では、属性 k を、65 歳以上の高齢者、非高齢者 (15 歳～64 歳) の通勤・通学目的、非高齢者の買物・娯楽目的、の 3 つに分類し、乗換行動コストと乗換時間を属性ごとに算出した。

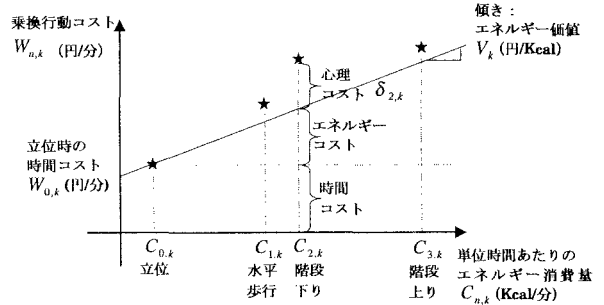


図-1 単位時間あたりのエネルギー消費量と乗換行動コストの関係

また、乗換一般化費用を式 (2) に示すように「到着路線の降車ホームから乗換路線の乗車ホームまでの、各乗換行動の所要時間と各乗換行動コストの積を、総和した値」と定義した。

$$GC(a,b,k) = \sum_n W_{n,k} \times t(a,b,k,n) \quad (2)$$

ここで

a ：降車ホーム、 b ：乗車ホーム

$GC(a,b,k)$ ：属性 k の降車ホーム a から乗車ホーム b までの乗換一般化費用 (円)

$t(a,b,k,n)$ ：属性 k の降車ホーム a から乗車ホーム b まで移動の際の乗換行動 n の所要時間 (分)

式 (1) (2) より乗換一般化費用は式 (3) に示すような二項の和で表わされる。

$$GC(a,b,k) = W_{0,k} \times T(a,b,k) + \sum_n \{V_k \times (C_{n,k} - C_{0,k}) + \delta_{n,k}\} \times t(a,b,k,n) \quad (3)$$

第 1 項…乗換時間抵抗：降車ホームから乗車ホームまでの乗換時間を貨幣換算したもの

第 2 項…エネルギー消費及び心理的負担による抵抗：乗換に要するエネルギー消費量及び心理的負担を貨幣換算したもの

ここで

$T(a,b,k)$: 属性 k の降車ホーム a から乗車ホーム b まで移動に要する所要時間 (分)

3. 乗換行動コストの算出結果

本研究では、二項選択型のアンケートを実施し、アンケートの結果から得られた選好意識データを用いてロジットモデルより、時間コスト $W_{0,k}$ 、エネルギー価値 V_k 、心理コスト $\delta_{n,k}$ を属性別に推定した。その結果を表-1 に示す。そして式 (1) を用いて乗換行動コストを算出した結果を表-2 に示す。その結果、通勤は他の属性と比べ時間コストが大きい、また心理コストについては高齢者の階段下りのみ有意な結果が得られ、心理的負担が大きいことが明らかになった。

表-1 パラメータ推定結果

	説明変数名	高齢者		非高齢者の通勤		非高齢者の就業	
		パラメータ	T値	パラメータ	T値	パラメータ	T値
$W_{0,k}$	費用 (円)	-0.015	-1.604	-0.021	-3.301	-0.017	-3.091
	立位時間 (分)	-0.111	-0.814	-0.338	-3.028	-0.128	-1.408
	尤度比	0.145		0.119		0.220	
	サンプル数	55		82		129	
	時間コスト (円/分)	7.48		16.07		7.54	
V_k	費用 (円)	-0.067	-3.317	-0.027	-3.006	-0.039	-1.926
	エネルギー消費量 (kcal)	-1.012	-3.088	-0.113	-1.035	-0.180	-0.792
	階段下りダミー	-3.412	-3.540	-	-	-	-
	尤度比	0.256		0.222		0.167	
	サンプル数	54		80		70	
$\delta_{n,k}$	エネルギー価値 (円/kcal)	15.13		4.21		4.62	
	階段下り心理コスト (円/分)	58.52		-		-	

表-2 乗換行動コスト算出結果

乗換行動コスト(円/分)	高齢者	非高齢者の通勤	非高齢者の就業
立位	7.48	16.07	7.54
水平歩行	33.51	28.17	20.84
階段下り	98.23	26.47	18.97
階段上り	81.49	39.95	33.80

4. 乗換抵抗低減施策による便益計測

天神川駅は京都市営地下鉄東西線の洛西方面への延伸時に設置される駅であり、乗換駅として京福電鉄嵐山本線に新駅が設置される予定である。天神川駅の設定を表-3 に示す。基本案として、京福駅未設置で既存の京福蚕ノ社駅接続となる第1案、スイッチバック型新駅の第2案、道路横付け型新駅の第3案を設定し、さらに改良案として各基本案に下りエスカレータを増設した案を設定し、乗換一般化費用を計測した。その結果を図-2 に示す。

表-3 本研究における天神川駅の設定

	京福天神川駅形式	京福天神川駅設置	軌道横断	地下鉄ラッチ外コンコース	地下鉄ラッチ外下りエスカレータ
第1案	新駅未設置	×	有	北側	無
第1案改良案					有
第2案	スイッチバック	○	無	南側	無
第2案改良案					有
第3案	道路横付け	○	有	南側	無
第3案改良案					有

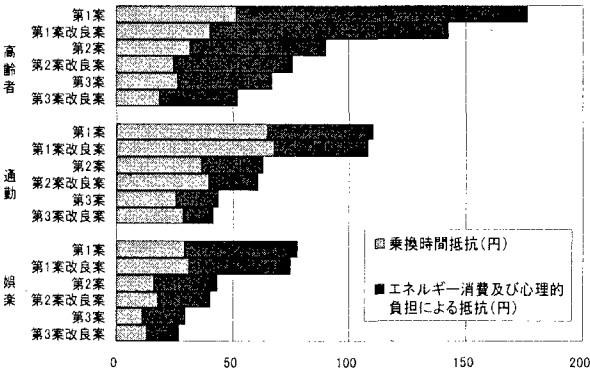


図-2 京福嵐山方面から地下鉄醍醐方面への乗換一般化費用 (円)

基本案の乗換抵抗要因の比較を行った結果、第2、3案は、第1案と比べて水平歩行距離の短縮により、各属性とも 40%前後の乗換時間抵抗の低減となった。また、高齢者は、エネルギー消費及び心理的負担による抵抗も大きく低減した。新駅設置による便益を、第1案を Without case、第2、3案を With case として計測した結果、年間当たりで第2案が 1 億 348 万円、第3案が 1 億 9,326 万円となった。

また、基本案に対する改良案の乗換抵抗要因の比較を行った結果、どの案も高齢者の乗換一般化費用は 20%ほど低減したが、非高齢者は 5%ほどの低減にとどまった。下りエスカレータ設置による便益を、基本案を Without case、改良案を With case として計測した結果を表-4 に示す。高齢者は他の属性と比較し需要が少ないが、便益額は同程度であり、高齢者一人あたりの便益額は大きいことが明らかとなった。

表-4 下りエスカレータ設置による便益額 (万円/年)

	第1案改良案	第2案改良案	第3案改良案
高齢者	177	112	132
通勤	184	269	269
就業	102	152	153
計	463	533	554

5. まとめ

本研究では、乗換抵抗の要因分析を行うために乗換抵抗指標として乗換一般化費用を属性別に計測した。そして、天神川駅をケーススタディとし、乗換一般化費用を計測し、乗換抵抗低減施策として新駅設置及び下りエスカレータ設置による便益を計測した。

【参考文献】

1) 飯田克弘, 新田保次, 森康男, 照井一史: 鉄道駅における乗換え行動の負担度とアクセシビリティに関する研究, 土木計画学研究・講演集 19 (2) pp.705-708, 1996.11.
2) 加藤浩徳, 芝海潤, 林淳, 石田東生: 都市鉄道駅における乗継利便性向上施策の評価手法に関する研究, 運輸政策研究, vol.3, No.2, pp.009-020, 2000.Summer