

乗換え駅における歩行者心理構造モデルの構築

東京理科大学 大学院 学生会員 ○土井 孝義
パシフィックコンサルタンツ(株) 正 会 員 澁谷 旬要
(株)企画開発 正 会 員 山下 良久
東京理科大学 理工学部 正 会 員 寺部 慎太郎

1. はじめに

現在, 我が国は少子高齢化とそれに伴う人口減少という人口構造の大きな転換期にある。これにより今後の都市鉄道計画は鉄道利用者の大幅な増加は見込まれないゆえに, 既存ストックの有効活用によるサービス改善が望まれている。その例として乗換え駅の整備による移動負担の低減が挙げられる。

乗換え駅では, 多路線の乗り入れによる構造の複雑化, 混雑, 動線錯綜等の問題が生じている。乗換え利用者はこのような問題を抱えている駅を歩かざるを得ない状況にあり, 様々な負担を受けている。上述のような状況を考慮すればこのような負担を低減することは急務である。

これまで乗換え駅の移動不効用は鉄道経路選択モデル¹⁾において移動距離, 階段段数, 混雑などに着目し考慮されてきた。しかし, このような物理的な変数だけでは乗換え駅における歩行者の負担は十分に捉えきれない。何故ならば乗換え利用者が実際に知覚する負担は駅の状態によって変化するからである。例えば, 同じ乗換え経路を歩く際にも他の歩行者との衝突などにより影響を与える要因は変わる。そこで利用者視点の駅整備に向けて知覚値に近いサービス変数を考慮する必要がある。

そこで本研究では歩行者の心理に影響を与える要因の計測方法を確立することを目的とする。そのために利用者の心理構造をモデル化するとともに, 心理構造モデルと歩行動線シミュレーションモデルとを組み合わせることによる新たな乗換えサービス変数の計測手法について検討する。

2. 調査方法および分析方法の概要

本研究では, 歩行者の心理的負担が発生する要因を明確にするために共分散構造分析²⁾を用いる。そのために, 潜在変数を歩行者の負担, 観測変数を歩行者の移動を表す指標, 駅空間に対する評価としこれらの因果関係を表現する。観測変数を計測するために表1の概要で調査を行なった。調査方法はまず被験者が万歩計を装着し普段乗換えをしている経路

表1 調査概要

調査名	歩行者追跡・面接調査
調査目的	共分散構造分析に用いる観測変数の計測
調査日	平成18年10月18日(水)～平成19年1月19日(水)
対象駅, 乗換え経路	柏駅(JR 常磐線～東武野田線) 日暮里駅(JR 山手線～JR 常磐線) 大手町駅(東京地下鉄 半蔵門線～東京地下鉄 千代田線)
サンプル数	71

歩行する。追跡調査員は被験者を追跡し歩行形態が変わる位置でのラップタイム, 階段での歩数を計測し歩行終了後, 被験者に対し面接調査を行なう。面接調査では被験者に他の歩行者と衝突しそうな度合い, 歩きやすかった度合い等を4段階または5段階で評価点を付けてもらう。

3. 歩行者心理構造モデルの構築

モデルの構築にあたって用いる変数を表2に示す。これらの変数を以下のような仮説を立てパス図を考案した。

- ①「水平歩行距離[m]」, 「階段歩行時間[秒]」により「駅の構造による負担」が生じる。
- ②「歩行速度[m/s]」, 「衝突ヒヤリハット[回]」により「歩行行動による負担」が生じる。
- ③「駅の構造による負担」と「歩行行動による負担」により「歩行者の心理的負担」が生じる。
- ④「歩行者の心理的な負担」により「衝突可能性」, 「転倒可能性」, 「歩行機能性」, 「歩行不快性」が評価される。

①～④の仮説を元にパス図を考案し, パラメータを推定した結果, モデルの適合度を表す指標は表3のようになった。パス係数の標準化推定値より「衝突ヒヤリハット[回]」が「歩行者の心理的負担」に最も強く影響を与えていることが見て取れる。本研究で提案するモデルを図1, 構造方程式, 測定

表2 変数の概要

	変数名	意味	取得方法
観測変数	水平歩行距離	水平移動をした距離	追跡調査
	階段昇降時間	階段を昇降した時間	
	歩行速度	水平移動をした時の速度	
	衝突ヒヤリハット	他の歩行者とぶつかりそうになった回数	面接調査
	衝突可能性	他の歩行者とぶつかりそうになった度合い	
	転倒可能性	転びそうになった度合い	
潜在変数	歩行機能性	歩きやすかった度合い	
	歩行不快性	乗換え経路に対し不快に感じた度合い	
	駅の構造による負担	駅構造による歩行者の負担	
	歩行行動による負担	歩行行動による歩行者の負担	
	歩行者の心理的負担	歩行者の心理的な負担	

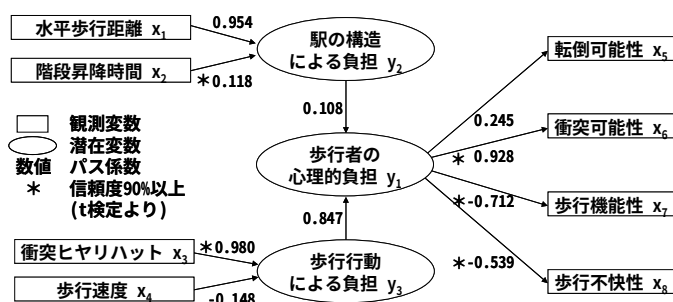


図1 歩行者心理構造モデル

表3 適合度

χ^2	13.685
df	14
RMR	0.695
GFI	0.956
AGFI	0.888
RMSEA	0.000

【構造方程式】

$$y_1 = 0.108 \times y_2 + 0.847 \times y_3$$

$$y_2 = 0.954 \times x_1 + 0.118 \times x_2$$

$$y_3 = 0.980 \times x_3 - 0.148 \times x_4$$

【測定方程式】

$$x_5 = 0.245 \times y_1$$

$$x_6 = 0.928 \times y_1$$

$$x_7 = -0.712 \times y_1$$

$$x_8 = -0.539 \times y_1$$

(1)

(2)

方程式を式(1), (2)に示す。

4. 歩行者心理的負担の算出および比較

次にセルオートマトン法と磁気モデルを組み合わせた歩行動線シミュレーションモデル³⁾を用いて歩行者の心理的負担の算出および比較を行なう。本研究ではケーススタディとしてJR日暮里駅南側連絡橋の平日の7:30~7:40を対象にシミュレーションモデルを構築し現状と代替案について比較を行なう。歩行者心理構造モデルから「衝突ヒヤリハット[回]」が「歩行者の心理的負担」に影響を与えていることが明らかになったため、衝突ヒヤリハットを減らすために現状と現状よりも通路の幅を広げた場合を代替案とし、それぞれ心理的負担を算出し比較を行なう。心理的負担の算出は、シミュレーションのデータから算出された値を式(1)に代入することにより行なう。衝突ヒヤリハットは被験者の主観値であるため歩行動線シミュレーションモデルからは直接算出できない。そこでこれを乗換え終了までの干涉領域負荷回数(他の歩行者が半径0.45m以内に進入した回数)とする。その結果、「歩行者の心理的負担」は拡幅率が200%を超えると大きな減少をしないことが分かった。その理由として旅客数

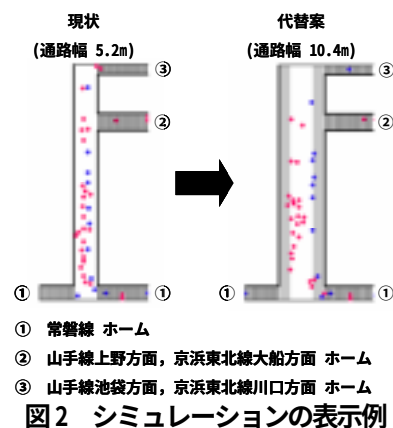


図2 シミュレーションの表示例

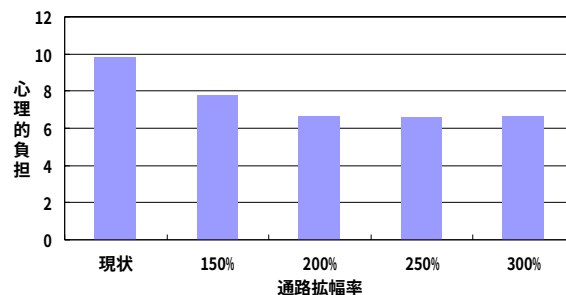


図3 拡幅率による心理的負担の変化

に対する通路幅が確保されたため、他の歩行者と衝突する可能性が大きく減少したためと推察される。

5. おわりに

本研究では歩行者の心理的な負担を計測するためのモデルを構築し、実際の歩行空間でのシミュレーションを行なうことにより心理的な負担を算出し比較を行った。その結果、以下の2つの点が可能となった。

- ① 乗換え利用者の移動負担の知覚値の計測方法を検討することができた。
- ② 駅の整備が「歩行者の心理的負担」に影響を与える限界を検討する事ができた。

ゆえに乗換え利用者の移動負担の低減と工事費用の削減の両面で駅の整備を評価することが可能になったといえる。

今後の課題として駅利用者の多層化に向け様々な属性を対象にしたモデルを構築することが挙げられる。

参考文献

- 1) 日比野, 兵藤, 内山: 高密度な鉄道ネットワークへの実適用に向けた非IIA型経路選択モデルの特性分析—改良型 C-Logit モデルの提案, 土木学会論文集, No.765/IV-64, pp.131-142, 2004
- 2) 湧井良幸, 湧井貞美: 図解でわかる共分散構造分析, 日本実業出版社, 2003
- 3) 日比野, 山下, 内山: 鉄道駅におけるモニターカメラから得られる歩行者挙動データの活用に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.22, No.3, pp.531-539, 2005