

歩行空間のバリア評価モデルの提案と視覚障害の疑似体験データに基づく分析*

Proposal of Evaluation Model of Barrier for Walking Space and
Analysis Based on Simulated Experience Data of Visually Impaired *

栗山智嗣**， 近藤光男***， 渡辺公次郎****

By Tomotugu Kuriyama ** , Akio Kondo *** and Kojiro Watanabe ****

1. はじめに¹⁾²⁾

我が国は本格的な高齢社会を迎え、2015年には高齢化率が26%となり、4人に1人が65歳以上の高齢者になると予想されている。また、障害者数も高齢者の増加に伴い、年々増加の傾向がみられる。このような社会状況のもと、ノーマライゼーションの思想の広がりに伴い、高齢者や身体障害者の外出機会は増加している。しかし、現実問題として、外出する際には多くのバリアが存在し、ノーマライゼーションの実現にはほど遠い状況である。この原因の1つとして、財政面の問題があげられる。視覚障害者誘導用ブロック(以下、誘導ブロック)、音響信号機等の歩行支援機器を設置するためには多額の費用を必要とし、全ての既存道路を今すぐにバリアフリー化することは困難である。今後は、バリアフリーの整備状況を計量的に評価するとともに、バリアフリー整備による効果を算出し、効率的で、効果的な施設整備に役立てていくことも課題といえる。

このような背景に対し、本研究では、視覚障害者が歩道上を歩行する際に予想される負担を計量的に算出することを課題とし、特に、歩行空間に存在するバリアが視覚障害者に及ぼす影響を分析できるモデルの作成を主目的としている。そのためには、視覚障害者に対して歩行に関する調査を行い、そのデータを用いてモデルを構築する必要があると考えるが、まずはモデルの作成に主眼をおき、健常者による視覚障害の疑似体験の調査データを用い、この目的の達成を目指す。

ケーススタディでは、JR 徳島駅を中心とした半径1 km 圏内を対象地区(図1)とし、そこで、視覚障害の疑似体験による調査、および移動負担に関するアンケート調査を実施し、歩行空間のバリア評価モデルを作成する。そして、そのモデルを対象地域に適用し、移動経路のバリアの定量的な評価を行う。



図1 対象地域

2. 歩行空間のバリア評価モデル

2-1 移動負担距離³⁾

視覚障害者が任意の経路を歩行する際に、音響信号機や、エレベーター付き歩道橋等が設置されていない交差点、また、段差、勾配、歩道上に自転車等の障害物が存在する所、さらに誘導ブロックが設置されていない場所を通過する場合に感じる負担、および歩行者交通量に起因する移動負担に着目し、これらの要因がどの程度視覚障害者の移動負担になっているのかを計量できるモデルを作成する。そこで、「経路上で移動負担となる要因が存在する所を通過する際に感じる負担」を「負担のない平坦で理想的な経路を距離Xだけ歩行する場合と同じである」とみることができるこの距離Xで表すことによって負担の計量化を行う。この距離Xは、例えば、「音響信号機が設置されていない片側2車線の交差点を通過する場合に感じる負担は、負担のない理想的な歩道を距離Xだけ歩くことと同じ負担である」とし、アンケート調査によりこの遠回り距離Xを求める。

この遠回り距離をそれぞれの移動負担要因に対する計量化指標と考える。このようにして、任意の地点IJ間の移動負担の総和を遠回り距離の総和として算出すれば、経路に存在するバリアを距離の指標で表すことができる。この値を経路IJの移動負担距離 E_{ij} と呼ぶと、 E_{ij} は式(1)で算出することができる。この式によって求めた E_{ij} が大きくなるほど、移動負担の大きい経路となる。

* キーワーズ：疑似体験、歩行空間評価モデル、視覚障害者

** 学生員、学士(工学)、徳島大学大学院先端技術科学教育部環境創生工学専攻

*** 正員、工博、徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部

**** 正員、博士(工学)、徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部

(所在地 770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1、

TEL 088-656-7339、FAX 088-656-7341)

$$E_{ij} = c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + c_3 \cdot x_3 + c_4 \cdot x_4 + c_5 \cdot x_5 + c_6 \cdot x_6 + c_7 \cdot x_7 + c_8 \cdot x_8 + c_9 \cdot x_9 + c_{10} \cdot x_{10} + c_{11} \cdot x_{11} + c_{12} \cdot x_{12} + c_{13} \cdot x_{13} + \sum_k z_k \quad (1)$$

ただし、

$C_1 \sim C_3$: 音響信号機が設置されていない片側1～3車線交差点を通過する際の遠回り距離

$C_4 \sim C_6$: 音響信号機が設置されている片側1～3車線交差点を通過する際の遠回り距離

C_7 : 歩道橋が設置されている交差点を通過する際の遠回り距離

C_8 : エレベーターが設置されている交差点を通過する際の遠回り距離

C_9 : 段差を通過する際の遠回り距離

C_{10} : 勾配を通過する際の遠回り距離

C_{11} : 障害物を通過する際の遠回り距離

C_{12} : 駐車場等の広いスペースの前を通過する際の遠回り距離

C_{13} : 誘導ブロックが設置されていない歩道を1m通過する際の負担に相当する誘導ブロックが設置されている歩道を歩く距離

$x_1 \sim x_{12}$: 地点IJ間に存在するそれぞれの移動負担要因の数

x_{13} : 誘導ブロックが設置されていない歩道長さ

z_k : 経路IJ間に存在する区間kにおける歩行者交通量における移動負担

2 - 2 歩行者交通量による移動負担

歩道を歩く際に、歩道幅が狭い歩道と広い歩道とでは同じ歩行者数であっても負担の感じ方は違う。そこで、対象となる歩道内に存在する歩行者交通量と歩道幅によって感じる移動負担を計量するためのモデルを作成する。すなわち、式(1)の z_k を算出するためのモデルを構築する。歩道区間の距離が S_k である任意の歩道区間kの移動負担 z_k は式(2)で表すことができると考える。この移動負担 z_k は、負担が少なく歩きやすい歩道の場合には小さい値となり、負担が多く存在する場合には大きい値となる。

$$z_k = \left(a \frac{1}{w_k} + b \cdot n_k \right) \times S_k \quad (2)$$

ただし、

z_k : 区間kの歩行者交通量を反映した遠回り距離

n_k : 区間kの歩道に存在する歩道内人数

w_k : 区間kの対象歩道幅

S_k : 区間kの歩道長さ

a, b : 係数

2 - 3 バリア度

任意の地点IJ間を歩行する場合に経路上に存在する負担要因による総合的な移動負担を定量的に評価するために、式(1)により得られた移動負担距離 E_{IJ} をIJ間の経路距離で除した指標を定義する。この指標をバリア度 B_{IJ} とよぶと、 B_{IJ} は式(3)により算出することができる。 B_{IJ} の値が大きくなれば、その経路にはバリアが多く存在し歩行困難であり、

B_{IJ} が小さくなればバリアが少ない歩行に適した経路であるといえる。

$$B_{IJ} = \frac{E_{IJ}}{L_{IJ}} \quad (3)$$

ただし、

B_{IJ} : バリア度

L_{IJ} : 経路距離

3 . 視覚障害の疑似体験とアンケート調査

視覚障害の疑似体験による調査は平成17年9月2日、7日、21日、10月13日、14日、21日に実施した。疑似体験の被験者は20代の健常者7名(全員男性)で、ゴーグルを付け、白杖を持ち、対象地域内の指定した経路を歩行した。この時、危険を避けるための補助以外は行っていない。疑似体験終了後、移動負担要因と歩行者交通量に起因する移動負担について、2種類のアンケートを実施した。

3 - 1 移動負担に要因に関するアンケート調査

1つ目のアンケートとして、移動負担要因について質問した。その1つが、『音響信号機が設置されていない片側1車線の交差点を通過する際、この交差点を避け遠回りすれば、負担のない経路があります。もし、を避け、遠回りしてでもを選択するならば何[m]まで遠回りをしても良いと思いますか』である。同様な質問方法により、音響信号が設置されていない場合、されている場合の片側1～3車線の交差点、段差、勾配、歩道橋、エレベーター、スペース等のそれぞれの項目に対して同じように質問し、移動負担要因に対する遠回り距離を得た。

また、誘導ブロックが設置されていない場所を通過する際の移動負担に関するアンケートの質問方法は次のように行った。『誘導ブロックが設置されていない区間を100m通過する際、この区間とは別の所に、遠回りすれば、誘導ブロックの設置されている区間があります。もし、を避け、遠回りしてでもを選択するならば何[m]まで遠回りをしても良いと思いますか』と質問した。

その結果、移動負担要因を避けるための遠回り距離の平均値は図2のように得られた。図2から、音響信号機が設置されている片側1～3車線の交差点と設置されていない交差点を通過する場合は、遠回り距離に2倍以上の差があることがわかる。また、誘導ブロックが設置されていない区間を通過する場合、歩道上に障害物が存在する場合も遠回り距離は大きくなる。このことから、視覚障害者にとって、音響信号機、誘導ブロックは移動負担軽減に有効な施設であるといえる。

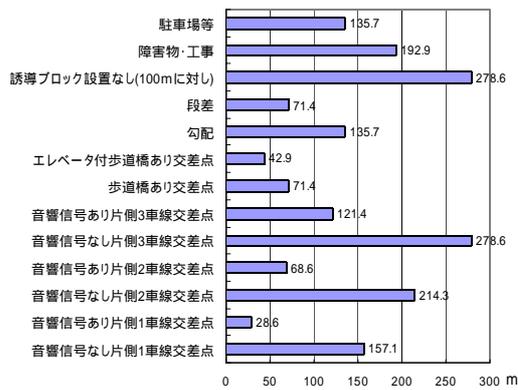


図2 アンケート結果に基づく遠回り距離

3 - 2 歩行者交通量による移動負担に関するアンケート調査

2つ目のアンケートとして、歩行者交通量に起因する移動負担について質問した。具体的には、『視覚障害者であるあなたは、歩道幅がw[m]で、長さが20[m]の歩道区間を通過しようとしています。ただし、この区間内にはn人の歩行者が存在します。しかし、この区間を避け遠回りすれば歩行者が存在しない、負担のない区間が存在するものとします。もし区間を避け遠回りしてでも負担のない区間を選択するならば、その距離として何[m]まで遠回りしてもよいと思いませんか』と質問した。このとき、歩道幅は2, 4, 6, 8, 10[m]、また歩行者数として5, 15, 25, 35, 45以上[人]を前提条件として設定した。そして、これらを組み合わせて複数の条件を作成し、それぞれの場合で質問をした。アンケートで得られた各項目の遠回り距離の平均値を図3に示す。図3から、歩道区間の歩行者数の増加とともに遠回り距離が増加し、歩道幅が広くなるにつれ遠回り距離は小さくなり、歩道幅8mで歩行者数が35人までならほぼ遠回りしないという結果が得られた。

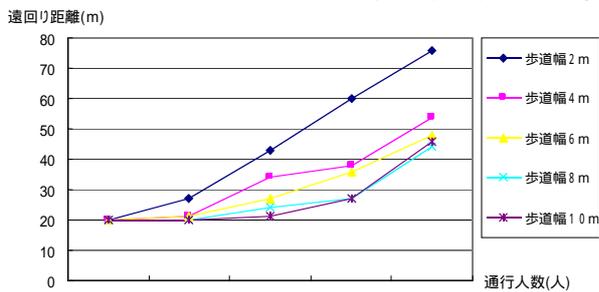


図3 歩道上の歩行者交通量(歩行者)に対する遠回り距離(歩行区間は20[m])

4. 歩行空間のバリア評価モデルのパラメータ推定

4 - 1 移動負担距離のパラメータ推定

視覚障害者の歩行能力は多様で、人によって移動負担項目それぞれに対して感じる抵抗の大きさは異

なる。具体例として、移動負担項目に関するアンケート結果の『音響信号の設置されている片側2車線の交差点を通過する際の遠回り距離』について、被験者ごとの結果を図4に示す。図4から最も遠回り距離が大きくなった被験者 B,C,F,G は300mと回答し、最も遠回りしない D は50mと回答している。このように、移動負担距離 E_D を算出するときの式(1)のパラメータの推定についてはばらつきがあると考えられる。それに対して、視覚障害者(被験者)の中で最も負担を大きく感じている人の値を基準とすることも考えたが、一般的な移動負担と考えられる平均的な値を用いて、パラメータの推定を行った。このようにして、移動負担要因に関するアンケート結果の平均値をパラメータ $c_1 \sim c_{13}$ とした。この結果を表1に示す。

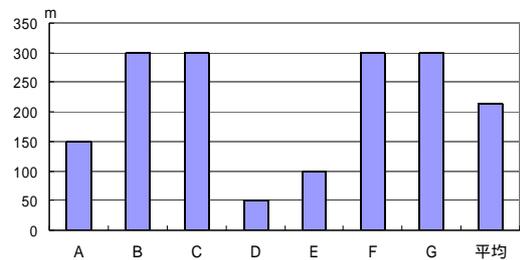


図4 音響信号が設置されていない片側2車線の交差点を通過する際の遠回り距離

表1 移動負担距離のパラメータ

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7
パラメータ	157.1	214.3	278.6	28.6	68.6	121.4	71.4
	c_8	c_9	c_{10}	c_{11}	c_{12}	c_{13}	
パラメータ	42.9	135.7	71.4	278.6	192.9	135.7	

4 - 2 歩行者交通量による歩行困難度

歩行者交通量に起因する移動負担に関するアンケート調査によって得られた歩道幅w[m]と歩行者交通量n[人]に対する遠回り距離z[m]、の関係は図3に示したが、このデータを用いて回帰分析を行い、式(2)のパラメータを推定した。そして、表2に示すような結果を得ることができた。t値、決定係数ともに十分な結果が得られ、符号の適合性も問題なく、有効なモデルを推定することができた。

表2 モデル式(2)の推定結果

パラメータ	係数	t値	決定係数 R^2	サンプル数
a	2.429	7.132	0.972	25
b	0.0426	13.275		

5. 歩行者交通量調査

研究対象地域における歩行者の現状を把握し、実際の経路の歩行者交通量による移動負担を算出するためのデータを得るために歩行者交通量調査を行っ

た。調査場所はとくしま CITY 前、JR 徳島駅前、そごう前、市立体育館前、新町橋、中央郵便局前、市役所前、鷲の門前の合計 8 箇所(図 1 参照)である。調査内容としては、調査場所 1 箇所につき朝(8:00 - 9:00)、昼(12:30 - 13:30)、夕方(17:00 - 18:00)の 1 日計 3 回計測し、同じ場所で平日、休日の 2 日間調査した。調査日は、平成 17 年 11 月 22 日(火)、23 日(祝・水)、29 日(火)、30 日(水)、12 月 3 日(土)、6 日(火)、10 日(土)である。調査結果として得られた平日の 1 分間あたりの平均交通量を図 5 に示す(休日の平均交通量は平日と比較し、得られた値、傾向等に大きな差がないため省略する)。図 5 から、徳島駅周辺の交通量が最も多く、徳島駅周辺を離れると極端に交通量が減ることがわかる。また、休日になると徳島駅付近や新町橋周辺といった娯楽施設が多く存在し、イベントが行われる場所では平均交通量が多く、郵便局前や市立体育館付近の通勤・通学路は平均交通量が少ない。

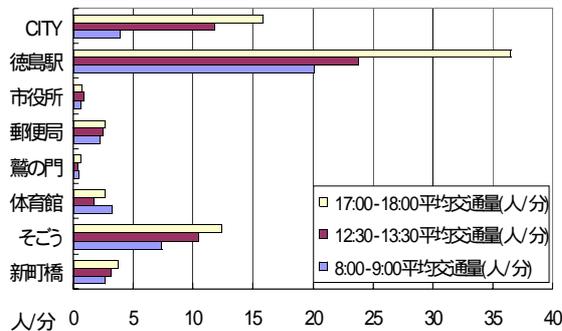


図 5 平日平均交通量

6. 徳島市における評価モデルの適用

視覚障害の疑似体験、歩行者交通量調査から得られたデータを用い、徳島駅を出発地点、目的地を利用頻度の高い主要施設とし、各施設までの経路のバリア度を算出した。平日の結果を図 6 に示す(休日の結果は、平日と比較し、得られた値、傾向等に大きな差がないため省略する)。それぞれの経路にモデルを適用する際、1つの目的地につき、2種類の経路(市立体育館は適した経路が最短経路しかないため 1 経路のみとする)を選定した。2種類の経路のうち、1つは、最短経路(以下、経路 1)とし、もう 1 つは経路 1 が利用できない場合に選ぶと予想される経路(以下、経路 2)とした。また、経路 2 の選定条件として、歩行者交通量が多い場所や、車線数が多い交差点を通過することを極力避けた。さらに、経路 2 は経路 1 と比較して極端な遠回りとなる経路は避け、長くても 200m 程度の遠回りとした。

図 6 より、中央郵便局の経路 2 のバリア度が最も大きな値となった。この理由として、この経路には

誘導ブロックの設置されていない歩道があること、中央郵便局前の歩道には歩行者交通量は多くないが、中央郵便局の客による路上駐輪自転車により、移動負担が大きくなったが考えられる。また、平日、休日ともに全ての経路で時間の経過とともにバリア度は大きくなった。このバリア評価モデルは歩行者交通量による移動負担以外は、時間の変化によって結果は変化しない。このことから、バリア度の値の変化は歩行者交通量の変化に起因する。対象エリア一帯は、昼から夕方にかけて歩行者交通量が増加し、さらに、路上駐輪自転車によって通行可能な歩道幅が減少することによって、移動負担が大きくなることわかる。また、経路 1 と経路 2 を比較すると、とくしま CITY、郷土文化会館では経路 2 の方が負担が小さくなっている。すなわち、最短経路を通るよりも少し遠回りした方が負担が少なくてすむ経路が存在することがわかる。

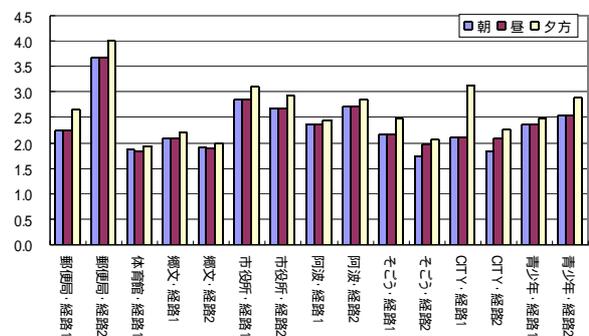


図 - 6 バリア度(平日)

7. おわりに

本研究では、視覚障害者が歩行する際の移動負担を分析するためのモデルを作成することを主目的とし、健常者による視覚障害の疑似体験の調査によって得られたデータに基づき、経路の移動負担を定量的に算出した。その結果、有効なモデルを得ることができた。また、このモデルを徳島駅周辺に適用し、徳島駅から主要施設までの経路の移動負担を計量的に算出することができた。

参考文献

- 厚生労働省：身体障害児・者実態調査
<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/08/h0808-2.html>
 (2006/6/1)
- 木村一裕、清水浩志郎：身体障害者の外出特性に関する基礎的研究、都市計画学論文集、No25、pp.67~71、1990。
- 有本浩太郎、近藤光男、渡辺公次郎：利用者の効率性と安全性に基づく視覚障害者誘導用ブロックのネットワーク評価に関する研究、土木計画学研究・論文集、Vol.22、No4、pp.869~876、2005。