

鉄道とバスの乗継利便性評価手法の改良と 評価ツールの開発

鈴木 崇正* 石突 光隆**

A Modified Model for Rail-Bus Transfer Convenience Evaluation and Its Application to an Evaluation Tool

Takamasa SUZUKI Mitsutaka ISHIZUKI

Previously-developed rail-bus transfer convenience evaluation model has the weakness in that it can only provide the relative evaluation of a rail-bus transfer path compared to another. The data utilized should also be checked since these are collected through less-authentic Internet survey. This study aims to overcome these problems by using additional data and more decent methodology. After assuring the validity of the data, revised evaluation models were developed to evaluate the convenience in absolute terms. The parameters of the models were then applied to the transfer path evaluation tool to evaluate the transfer convenience quantitatively and visually.

キーワード：乗り継ぎ，利便性，評価，移動抵抗，回帰モデル

1. はじめに

1.1 研究の背景と目的

鉄道を利用する時には、駅において鉄道とアクセス・イグレス交通機関とを乗り継ぐケースがある。鉄道を利用した移動において、特に鉄道と他の交通機関との乗り継ぎは大きな負担である¹⁾。鉄道をはじめ交通ネットワーク全体の利便性向上のためには、乗り継ぎ自体の除去や、乗り継ぎの負担軽減が不可欠である。

鉄道とバスの利便性評価については、鉄道とバスの乗り継ぎ経路の物理的特徴が利便性評価に与える影響を定量的に分析し、利便性を評価するモデルを提示した^{2) 3) 4)}。しかし、このモデルはある別の経路の利便性を基準とした場合の、分析対象経路の相対的評価しか行えないという欠点を有している。またアンケート調査が、被験者の実際の歩行行動に基づかないインターネット調査によって行われたことから、取得された評価結果の妥当性も検証しなければならない。

本研究の目的は、実地調査による追加データを使用したインターネット調査データの妥当性検証と、乗り継ぎ経路の利便性の絶対評価が行えるような改良型のモデルの開発を通じて、先行研究⁴⁾の上記問題を解決することである。さらに、その知見を用いて様々な歩行環境が評価に与える影響を指標化した上で、その指標を用いて評価対象経路の利便性を視覚的、定量的に把握できるようなシステムの構築も目指した。

1.2 分析方法

乗り継ぎ経路の物理的特徴が利便性の評価に与える影響を定量化するモデルを開発するため、まず様々な乗り継ぎ経路に対する評価に関するデータをインターネット調査により収集した。

インターネット調査はサンプルサイズを大きくとれる一方、各被験者の実体験が伴わないことから評価結果の妥当性に対する懸念が残る。そこで、インターネット調査で対象とした乗り継ぎ経路のうちいくつかについて、実地における歩行実験を併せて実施した。実地調査は被験者数に制約があるが、実際の身体活動と感覚に基づいた評価が可能であることから、その結果はより妥当であると考えられる。そこで、2つの調査の結果を比較し、両者に差異がないことを検証することをもって、インターネット調査によるデータの妥当性を確認した。

次に、乗り継ぎ経路の物理的特徴を説明変数とし、利便性の評価結果を目的変数とする回帰モデルを構築した。これにより、様々な物理的特徴が利便性評価に与える影響を定量的に明らかにした。

さらに、モデル構築によって得られたパラメータを用いて、様々な物理的特徴に対する利用者の抵抗感を指標化した。ここではこれを移動抵抗係数と呼ぶ。この係数を用いて経路全体の移動抵抗を定量化することにより、各経路の絶対評価が行えるようになった。最後に、移動抵抗係数を組み込んだ移動抵抗計算ツールを開発した。

2. データの収集

2.1 インターネット調査

インターネット調査については先行文献⁴⁾ですでに触

* 信号・情報技術研究部 交通計画研究室

** 構造物技術研究部 建築研究室

特集：輸送計画・情報技術

れているが、本研究の理解のため改めて簡単に説明する。

調査を実施するにあたっては、まず各被験者に提示する乗り継ぎ経路に関する動画を準備した。東京都市圏内に存在する、所在地や物理的特徴が相互に異なる鉄道とバスの乗り継ぎ経路 30 経路について、歩行者と同様の視点を模擬して駅出口からバス停まで動画撮影した。撮影は晴天あるいは曇天の昼間に実施し、被験者に先入観を持たれないよう、地名表記を消去した。

被験者は、全国の政令指定都市あるいは東京都内市市区部に居住する 20～50 代の男女であり、かつ通勤通学目的で週 3 回以上、もしくは他の目的で月 1 回以上、鉄道とバスを乗り継ぎ利用している方とした。

調査は 2011 年 12 月に実施した。各被験者はまず、30 本の動画のうち 2 本を見て仮想環境における鉄道とバスの乗り継ぎ行動を視覚的に体験した。その上で、これら 2 つの経路を比較し、ハンドバッグ程度の小さい荷物を持っている場合とキャリーバッグ程度の大きい荷物を持っている場合について、それぞれどちらの経路がどの程度望ましいかを 10 件法で回答した。1 本目の映像の経路の方が絶対に望ましいという回答を 0、2 本目の映像の経路の方が絶対に望ましいという回答を 1 として、その中間の回答には各段階間の間隔が等しくなるよう評点を付与した(図 1)。収集された有効回答数は 1,870 であり、30 本の映像から 2 本を提示する 435 通りの全ての組み合わせについて、それぞれ 2～8 サンプルが取得された。回答者の年齢・性別に大きな偏りはない。

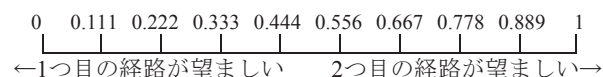


図 1 10 段階評価結果に付与した評点

2.2 実地調査

実地調査は、インターネット調査によるデータの妥当性の検証が目的であるため、調査条件はインターネット調査のそれと極力整合させなければならない。

被験者数の制約から、実地調査の対象はインターネット調査の対象のうち 10 経路とし、これらを所在地が近い 2 経路ずつで 5 組とした。所在地の近い経路同士を組にしたのは、経路間の移動の際に最初の経路の印象の忘失を防ぐためである。また、被験者の負担軽減を目的として、インターネット調査と比較して下記の条件緩和を行った。

- (1) 評価段階数を 10 段階から 6 段階に削減した
- (2) 調査日時は被験者個人の都合に合わせて選択するものとし、天候や時間帯に制約は設けなかった
- (3) 調査時に持つ荷物は、小さな荷物か大きな荷物のどちらか一方のみとした

被験者はインターネット調査会社のモニターから抽出しており、その条件はインターネット調査時と同一であるが、2 つの調査の被験者は異なる。また、調査対象の経路を日常的に利用している方は除外した。20 代女性が少ないほかは、性別や年齢に偏りはない。

実地調査は 2014 年 1～2 月に実施した。被験者数は経路の各組に小さい荷物を持った人と大きい荷物を持った人が 5 人ずつ、合計 50 人である。各被験者は 2 経路を歩行したのち、どちらの経路がどの程度望ましいかを 6 件法で回答した。1 つ目の経路の方が絶対に望ましいという回答を 0、2 つ目の経路の方が絶対に望ましいという回答を 1 として、中間の回答には各段階間の間隔が等しくなるよう評点を付与した(図 2)。

なお、10 時前あるいは 16 時以降に歩行実験を行ったのが 16 人、降雨または降雪日に歩行実験を行ったのが 6 人であった。これらはインターネット調査における動画撮影の条件からはずれるが、2 つの経路の歩行が同一条件下で行われていれば 2 つの経路の相対的な評価には影響しないとみなし、すべてのデータを採用した。

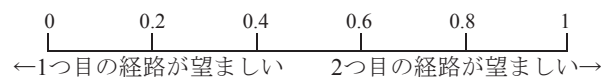


図 2 6 段階評価結果に付与した評点

2.3 データの妥当性検証

インターネット調査で得られたデータの妥当性を検証するため、2 つの調査結果を比較した。検証対象の経路は 5 組あり、かつ荷物の大きさが 2 通り存在するため、比較できるケース数は合計 10 ケースである。

図 3 には、2 調査による評価結果の平均値を散布図で示す。両者の相関が強いことから、全体としては両者が類似していると言える。ただし完全に一致してはならず、実地調査ではインターネット調査と比較して、よい経路はよりよく、悪い経路はより悪く評価される傾向がある。

両者の差異を統計的に検証するため Welch 検定を適用した結果、10 ケース中 9 ケースにおいて、評価に差がないとする帰無仮説が有意水準 5% で棄却されなかつ

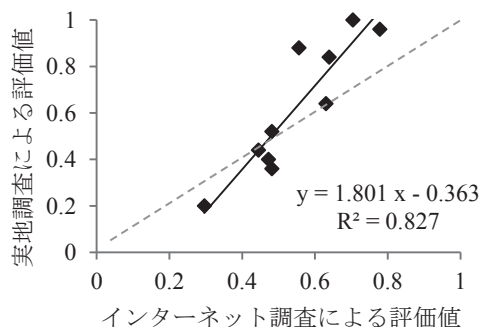


図 3 2 つの調査結果の比較

た(表1)。棄却された1ケースにおいても、評価の強度に差があったのみで、評価の方向性すなわちどちらの経路がよいかは両者で同じであった。

以上の各点から、インターネット調査によるデータは妥当性を有すると判断した。

表1 2つの調査結果のWelch検定結果

経路	荷物	t 値	自由度	p 値	判定
A/B	小さい	-4.000	5.000	0.010	**
	大きい	-2.014	7.194	0.083	*
C/D	小さい	-1.971	3.586	0.128	
	大きい	-0.741	5.809	0.488	
E/F	小さい	-0.216	4.351	0.839	
	大きい	-0.068	5.763	0.948	
G/H	小さい	0.041	6.747	0.969	
	大きい	0.639	4.506	0.554	
I/J	小さい	0.482	5.848	0.648	
	大きい	0.989	4.724	0.371	

***: p<1%, **: p<5%, *: p<10%

3. モデルの構築

3.1 説明変数の設定

モデルに投入する説明変数を設定するため、インターネット調査で得られた、乗り継ぎ経路を評価するにあたっての各被験者の評価基準を整理した。その結果、荷物が小さい場合には、駅からバス停までの距離の短さのほか、安全性、上下移動、混雑などが主な評価基準であることが明らかになった。特に混雑は利便性を阻害する要因の一つであるとされた一方で、人通りの存在を評価する人も少なくなく、経路上の人の数について適切な水準の存在が示唆される。また、屋根も評価基準であると示された一方、店舗の存在はさほど重要視されていない。

荷物が大きい場合の評価基準も、大まかには荷物が小さい場合のそれと同様であるが、上下移動や凹凸の小ささなど、荷物の取り回しやすさがより重視される。

この知見を踏まえ、30経路の動画に基づいて各経路の説明変数を測定した。本研究の後半で述べる移動抵抗の指標化の簡便化をはかるため、説明変数の単位は歩行時間(秒)と設備の有無(ダミー)の2種類とした。計測単位として時間を採用したのは、被験者に提示した経路の動画からは、距離の把握は困難であるためである。

水平な歩行環境としては、車道、歩道、ペデストリアンデッキ(以下デッキ)・歩道橋・地下道それぞれの歩行秒数を計測した。デッキ・歩道橋・地下道を一纏めにしたのは、これらが車流動と立体的に分離された歩行環境であるという共通点を有していること、および調査対象の30経路の中でこれらの採用件数が少ないことによる。

上下移動については、階段とエスカレータの移動秒数を計測した。エスカレータ上は歩行しないものとした。これらは上方向と下方向でその抵抗感の強さが異なると考えられるが、今回は同じ乗り継ぎ経路を往復利用すること、すなわち上りも下りも1度ずつ利用することを想定し、上下方向は考慮しない。

道路横断については、信号機のある場合とない場合のそれぞれの横断にかかる秒数を計測した。ここで横断にかかる待ち時間は含まない。

屋根の存在も評価に影響することは前述のとおりであるが、今回使用した動画は足元を中心に撮影されており、屋根の存在を把握しにくい。よってここではバス停の屋根にのみ着目し、その有無をダミー変数化した。バス停の設備に関してはこのほかに、ベンチとバス待ちスペースの有無の2つも説明変数として採用した。前述の屋根の有無も含め、バス停設備として3つのダミー変数が採用されたが、いずれも一般的なダミー変数とは逆に「存在すれば0、なければ1」と変数化した。これは、時間を計測単位とする説明変数が「その値が大きくなるほど抵抗感も強くなる」という性質を有しており、バス停の各設備についても「ない」状態の値を大きくすることでパラメータの符号をその他の変数と統一するためである。

3.2 パラメータ推定

前章で説明した変数を説明変数とし、それらの経路に対する評価を目的変数として、回帰モデルを構築した。目的変数は上下限値を有することからロジスティック回帰モデルを援用した。その構造は式(1)に示すとおりである。荷物の大きさが2通りあるため、構築されたモデルは2種類である。

$$E(P_2|P_1) = \frac{1}{1 + \exp\left\{-\left[\alpha + \sum_{k=1}^n \beta_k (x_{1k} - x_{2k})\right]\right\}} \quad (1)$$

ここで、 $E(P_2|P_1)$: 経路1と比較した経路2の評価

α : 定数項

n : 説明変数の数

β_k : k 番目の説明変数にかかるパラメータ

x_{ik} : 経路*i*の*k*番目の説明変数 ($i = 1, 2$)

推定されたパラメータを表2に示す。いずれのモデルも、評価の実測値と計算値の相関係数は十分ではないが、自由度調整尤度比は0.184~0.220であり、現象を比較的よく表現できていると言える。また、すべてのモデルについて、切片を除くほぼすべてのパラメータの符号が有意に負であることから、様々な歩行環境における移動や、バス停における設備の不備が評価の低下に有意に作用していることが確認された。

パラメータの絶対値をみると、歩道歩行時間と比較し

表2 説明変数とそのパラメータ推定結果

モデル 説明変数	計測方法(単位)	荷物が小さい場合			荷物が大きい場合		
		係数	t値	判定	係数	t値	判定
(切片)	-	-0.030	-1.495		0.047	2.251	**
車道歩行時間	車道の歩行時間(秒)	-0.019	-25.691	***	-0.019	-25.611	***
歩道歩行時間	歩道の歩行時間(秒)	-0.013	-19.381	***	-0.010	-14.170	***
デッキ歩道橋地下道時間	デッキ・歩道橋・地下道の歩行時間(秒)	-0.011	-10.730	***	-0.008	-7.410	***
階段時間	階段の移動時間(秒)	-0.016	-10.501	***	-0.038	-24.101	***
エスカレータ時間	エスカレータの移動時間(秒)	-0.001	-1.148		-0.006	-4.563	***
信号なし道路横断時間	信号のない道路横断の時間(秒)	-0.031	-5.233	***	-0.054	-8.874	***
信号あり道路横断時間	信号のある道路横断の時間(秒)	-0.046	-7.690	***	-0.067	-10.836	***
バス停屋根	ダミー(あれば0, なければ1)	-0.190	-3.885	***	-0.012	-0.243	
バス停ベンチ	ダミー(あれば0, なければ1)	-0.091	-2.653	***	-0.155	-4.378	***
バス待ちスペース	ダミー(あれば0, なければ1)	-0.425	-4.892	***	-0.757	-8.562	***
観測数		1,870			1,870		
自由度調整尤度比		0.184			0.220		
実測値と計算値の相関係数		0.579			0.601		

***: p<1%, **: p<5%, *: p<10%

て、車道歩行時間や階段時間はより大きく、デッキ・歩道橋・地下道歩行時間やエスカレータ時間のそれはより小さい。これは、それぞれの移動環境に対する利用者の抵抗感の差異を示しているものと言える。また、例えば車道、歩行、デッキ等における歩行の身体的負担に大差はないと考えられることから、このパラメータの差異は身体的負担以外の心理的抵抗感を含んでいると言える。

道路横断に関しては、信号のある道路横断の抵抗感がより強い。信号機のある箇所では相対的に車の通行量が多いと想定されることや、信号待ちの発生が予期されることなどが大きな抵抗感の原因である可能性がある。

バス停の設備の中では、バス待ちスペースの不備が評価低下の大きな要因である。屋根やベンチと比較すれば、待ちスペースは安全性という、より重視されやすい観点に基づいていることがその背景にあると考えられる。

3.3 移動抵抗係数の算出

前節で推定したパラメータ同士の大きさの差異は、それぞれの歩行環境における移動やバス停設備の不備に対する利用者の抵抗感の差異である。ここに着目すると、これらのパラメータから、ある歩行環境に対する抵抗感を基準とした場合の、その他の歩行環境やバス停設備の有無に対する抵抗感の大きさの指標、すなわち移動抵抗係数が得られる。ここでは、歩道における歩行1秒あたりの抵抗感を1としたときの様々な歩行環境やバス停設備の移動抵抗係数を、表2における各説明変数のパラメータの値を歩道歩行時間にかかるパラメータの値で除することによって計算した。また、ダミー変数でパラメータ化された変数の移動抵抗係数は、「その設備がない場合の抵抗が歩道歩行にして〇秒相当である」と解釈される。

表2のパラメータを用いて計算した移動抵抗係数を表3

に示す。当然ながら、係数の大小関係はモデルパラメータと同じである。係数が示すとおり、荷物が小さい場合には歩道歩行と比較して、車道歩行は約1.5倍、信号のある道路横断は約3倍の抵抗感が存在する。逆に、デッキ・歩道橋・地下道の移動抵抗係数は0.8程度であり、車流動と分離された歩行環境が抵抗感を緩和していることが示された。

また、バス待ちスペースの不備を歩道歩行に換算すると、荷物が小さい場合で約40秒相当、荷物が大きい場合で約80秒相当と大きな抵抗であることが示された。比較的大きな値であるが、バス待ちスペースをダミー変数ではなくスペースの面積など連続数で表現することにより、異なる結果が得られる可能性がある。

ここで、荷物が小さい場合も大きい場合も歩道歩行時間の移動抵抗係数は1であるが、両者は等価ではなく、荷物が小さい場合と大きい場合のそれぞれにおいて、歩道歩行が基準になっていることを示しているに過ぎない。今回のデータからは両者の大きさを関連付けることが不可能であり、この解決は今後の課題である。

表3 移動抵抗係数の計算結果

移動抵抗係数	荷物が	
	小さい場合	大きい場合
車道歩行時間	1.438	2.001
歩道歩行時間	1.000	1.000
デッキ歩道橋地下道	0.840	0.815
階段時間	1.201	4.007
エスカレータ時間	0.105	0.584
横断歩道時間	2.377	5.649
信号横断時間	3.550	6.976
バス停屋根	14.628	1.286
バス停ベンチ	6.974	16.214
バス待ちスペース	32.668	79.266

4. 移動抵抗の計算

前章で求めた移動抵抗係数は、様々な歩行環境やバス停設備の不備に対する利用者の抵抗感の指標である。これを、経路ごとの各歩行環境における移動時間やバス停設備の有無で累積すると、経路の様々な物理的特徴に対する利用者の抵抗感の総和、すなわち経路全体の移動抵抗が得られる。移動抵抗の大きい経路ほど評価は低く、逆に抵抗の小さい経路の評価は高いものと考えられる。

これを定式化すると式(2)が得られる。移動時間が長いほど、あるいは抵抗感のより強い歩行環境が長いほど、移動抵抗 R_i は大きくなる。

$$R_i = \sum_{k=1}^n \beta_k x_{ik} \quad (2)$$

ここで、 R_i ：経路 i の移動抵抗

n ：説明変数の数

β_k ： k 番目の説明変数にかかる移動抵抗係数

x_{ik} ：経路 i の k 番目の説明変数

移動抵抗の計算結果が被験者の評価結果に即しているかを確かめるには、移動抵抗と評価の比較が必要である。そこで、調査における相対評価を移動抵抗と比較できるよう、一対比較法の1つである Scheffe 法⁵⁾を用いて評価結果を一次元化した。Scheffe 法には原法のほかにいくつかの変法が存在するが、今回用いたのは順序効果がなく評価者の対応もないデータに用いる芳賀の変法⁵⁾である。

芳賀の変法において、評価対象 i と j の組に対する l 人目の評点 x_{ijl} から、ある評価対象の望ましさを度合いの推定値 $\hat{\alpha}_i$ を求める構造モデルは式(3)のとおりである。

$$\hat{\alpha}_i = \frac{1}{kn} \sum_{j=1}^k \sum_{l=1}^n x_{ijl} \quad (3)$$

ここで、 k ：評価対象の個数

n ：1組あたりの評価者数

式(3)のとおり、Scheffe 法は評価対象の組あたりの評価者数が等しい必要があるが、今回の調査では、組あたりの評価者数が異なっている。このため、式(3)を式(4)のとおりに変形し、本式を用いて各経路の $\hat{\alpha}_i$ を求めた。ただし、Scheffe 法では2つの評価対象間に差異がない場合の評点を0にすることが求められることから、図1で示した各評点からそれぞれ0.5を減じた値を x_{ijl} とした。

$$\hat{\alpha}_i = \frac{1}{kn} \sum_{j=1}^k \sum_{l=1}^{n_j} \bar{n} x_{ijl} \quad (4)$$

ここで、 \bar{n} ：1組あたりの平均評価者数

n_j ：評価対象 i と j の組の評価者数

式(4)により求めた各経路の評価値と、移動抵抗係数を用いて求めた移動抵抗の関係を、荷物が小さい場合について図4に示す。概ね、評価の低い経路では移動抵抗が大きく、評価の高い経路の移動抵抗は小さい。重相関係数の値も十分に大きく、移動抵抗は評価を反映していると言える。

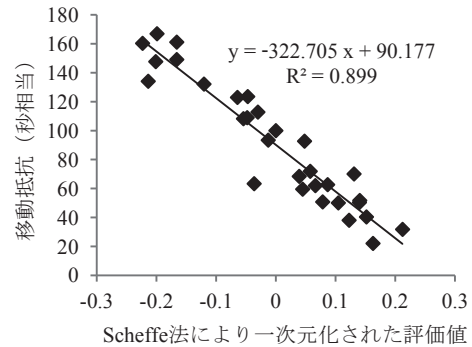


図4 荷物が小さい場合の移動抵抗

5. 移動抵抗計算ツール

5.1 旅客流動シミュレーションへの適用

移動経路全体に対する移動抵抗を算出するために、表3に示した移動抵抗係数を旅客流動シミュレーションシステム⁶⁾に適用し移動抵抗計算ツールとした。旅客流動シミュレーションシステムは、移動平面を一定間隔のメッシュで分割し、そのメッシュの密度によってメッシュ間の旅客の移動人数を計算するシステムである。移動抵抗係数を対応するメッシュ（階段や横断歩道）に適用し、旅客がメッシュ上を通過する際の通過時間に移動抵抗係数をかけることで移動抵抗を算出する（図5）。

移動抵抗計算ツールでは、移動経路および表3に示す移動抵抗係数の各設備、荷物の大きさを指定することで、下記 a～d の出力を行う。

- a) 他の人がいない状況で指定経路を歩行した場合の歩行時間（単独歩行時間）
- b) 実環境に近い、他の人がいる（群集を考慮した）状況で指定経路を歩行した場合の歩行時間（群集歩行時間）

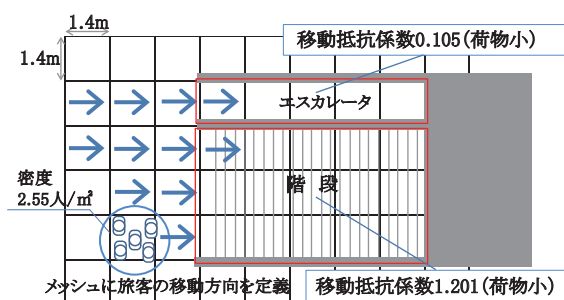


図5 移動抵抗係数のシミュレーション適用

特集：輸送計画・情報技術

- c) 単独歩行時 a の移動抵抗値（単独歩行移動抵抗時間）
- d) 群集歩行時 b の移動抵抗値（群集歩行移動抵抗時間）

5.2 移動抵抗計算のケーススタディ

図6に示すホーム上からバス停までの経路について、昇降部分が階段の場合とエスカレータ（以下ESC）の場合の移動抵抗の計算を行った。計算結果を図7に示す。

従来の移動抵抗は移動経路のみから計算しており、図7に示す「単独」の値で評価されていたが、旅客流動シミュレーションに適用し、実際の利用者数（群集）を考慮すると、混雑による待ち時間の影響で移動抵抗が増加していることが分かる。また、図7の「階段単独」と「ESC群集」の移動抵抗を比較すると、一方向としてしか利用できないESCでは、混雑時の待ちにより移動抵抗が増加し、空いている階段（自由歩行状態であれば「単独」と同条件となる）と同程度の移動抵抗となっており、群集を考慮した移動経路の比較が可能となっている。

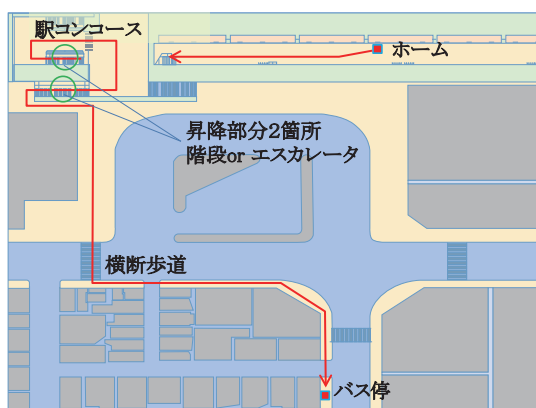


図6 移動抵抗計算経路

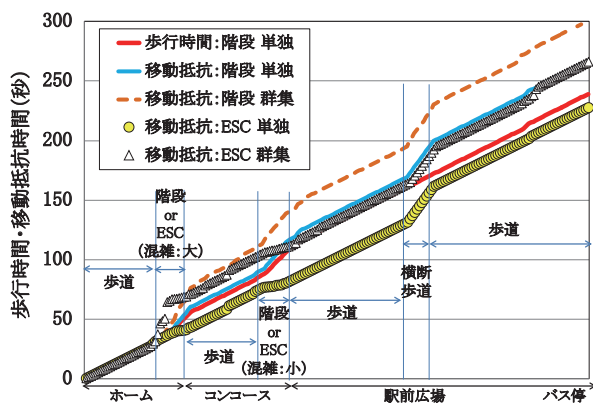


図7 移動抵抗計算結果の例（荷物が小さい場合）

6. 終わりに

本研究では、鉄道とバスの乗り継ぎ利便性に対する利用者の評価を分析し、その評価に影響を与える要因を定量的に明らかにするモデルを構築するとともに、移動抵抗係数に基づいて各経路の評価を行うことのできるツールを開発した。

移動抵抗係数からは、様々な歩行環境や道路横断、バス停の設備の不備に対する利用者の抵抗感や、その相対的な大きさが明確になった。乗り継ぎ利便性の改善施策として、移動距離そのものの短縮も有効であるが、バス停位置を変更できない事情が存在する場合には、歩道の整備や道路横断の排除などが有効であると言える。また歩道橋やデッキの整備は、車流動から保護された歩行環境を利用者に提供するだけでなく、道路横断の回数を削減できるという点においても意義がある。ただしこれらは上下移動をもたらすものでもあることから、橋上駅である場合など、効果的に活用できる場面の精査が求められる。

また、携行する荷物の大きさに応じて、様々な歩行環境やバス停設備に対する抵抗感が異なることが確認された。キャリーカートが普及しつつある中で、大きな荷物を持つ利用者の利便性はより無視できないものになりつつある。今後の乗り継ぎ環境の整備において、この点にも着目する必要がある。

今後は、乗り継ぎに関する案内の豊富さや適切さ、鉄道とバスのダイヤや運賃の連携などの考慮や、駅ごとの利用者層や利用目的等に着目した分析が求められる。

文献

- 1) Liu, R., Pendyala, R.M. and Polzin, S.: Assessment of inter-modal transfer penalties using stated preference data, *Transportation Research Record*, Vol.1607, pp.74-80, 1997.
- 2) 鈴木崇正, 武藤雅威, 山本昌和: 駅周辺の特性を考慮した鉄道とバスの乗継利便性評価の基礎検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.48, CD-ROM, 2013
- 3) Suzuki, T., Muto, M. and Matsubara, H.: Passenger evaluation on rail-bus transfer convenience in railway station, *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.9, CD-ROM, 2013.
- 4) 鈴木崇正, 武藤雅威, 松原広, 山本昌和: 駅周辺の特性を考慮した鉄道とバスの乗継利便性評価手法の開発, 鉄道総研報告, Vol.27, No.9, pp.41-46, 2013
- 5) 日科技連官能検査委員会 (編): 官能検査ハンドブック, 日科技連出版社, 1973
- 6) 安藤恵一郎, 青木俊幸, 大戸広道: 旅客流動シミュレーションシステムの改良, 鉄道総研報告, Vol.5, No.8, pp.3-10, 1991