

地下鉄駅における効果的な上下移動施設の配置に関する研究 Effective placement of escalators and elevators in subways

佐々木真枝* 浅野光行**

Masae SASAKI and Mitsuyuki ASANO

Escalators and elevators are an important feature of subway stations particularly for the mobility impaired. Recently these forms of infrastructure have been developed in many subway stations, however these devices are not always placed in the most efficient locations. It is important to consider where escalators and elevators are placed to most efficiently service those who most require them such as the elderly, it is also important to utilize limited space effectively.

I analyzed SP data from elderly people and discuss the provision of escalators and elevators in subway stations. I discuss the various service levels of these systems.

Key words: elderly people, escalator and elevator, arrangement, service level

1. はじめに

2050年には人口の3人に1人が65歳以上という高齢化社会が到来する。今後は、高齢者にとって快適に生活できる社会基盤をいかに整備していくが重要であろう。鉄道のような長距離を移動できる大量輸送機関は、高齢者の生活範囲の拡大、ひいては生活水準の向上にもつながり、高齢者にとって使いやすい駅を整備していく事が求められる。

高齢者を対象に鉄道総研が行った大規模なアンケート調査¹⁾では、駅を利用する時に最も負担を感じるのは上下移動であり、エスカレーターやエレベーターなどの上下移動施設の整備が重要な要素である事を明らかにしている。

現状の地下鉄駅における上下移動整備状況を見ると、駅のスペースが限られている事、また構造上の理由などにより、必ずしも理想的な上下移動施設の配置が行われていないケースがある。ラッチ内については駅の事業者による整備が進められているが、複数の事業者、土地所有者が関わってくるラッチ外での上下移動施設整備には多くの制約が伴う。一般的な経路から大きく外れた場所に上下移動施設が設置されている駅、デパートなどの建物内に上下移動施設が設置された駅などにおいては、本来なら上下移動を行いたくないが、我慢して階段を使ってしまうという高齢者もあり、上下移動施設の利用が効果的に行われていない駅も見られる。今後の整備においては、限られた地下空間の中で様々な制約条件を

キーワード：高齢者、上下移動施設、施設配置、サービス水準

* 学生会員 早稲田大学大学院理工学研究科建設工学専攻 修士一年

** 正会員 早稲田大学理工学部 教授

加味し、いかにして効果的に利用される上下移動施設を整備していくかが重要であり、「配置」に着目した整備が求められる。このような背景から、本研究では地下鉄駅における上下移動施設の配置の問題点を明らかにすると共に、配置を評価できるサービス水準の提案を行い、高齢者に効果的に利用される上下移動施設のあり方について考察することを目的とする。また、ラッチから地上等の目的地への上下移動を本研究の対象とする。

2. 本研究の位置づけ

大島ら²⁾は、エネルギー消費量を指標に上下移動施設の設置効用を示している。また、岩上³⁾らは、上下移動を含む経路選択においては上下移動が信号待ちかが判断の基準になっている事を示している。しかしこれらの研究では上下移動施設の配置を具体的に扱っていない。

小柳ら⁴⁾は、直線距離に対する平面経路の迂回程度を距離比を用いた迂回率で指標化し、歩行動線や施設配置の基準を示している。また金⁵⁾らは、階段に対する上下移動施設の迂回距離の差を用いて上下移動施設の配置サービス水準の提案を行っている。しかしこれらの研究では迂回以外の要因を考慮してはなく、様々な要因が影響する駅の配置サービス水準への適用においては不十分であると言える。

本研究では、3章 地下鉄駅の現状の整備状況を調査する事で配置の問題点を明らかにし、配置を評価できる評価指標を決定する。また、4章 それらの評価指標と高齢者の意識データの関係を分析し、配置の問題点の重要度および属性の違いによる意識の差を明らかにする。そして、5章、高齢者の意識データをモデル化し、上下移動施設の配置サービス水準の提案を行い、効果的に利用される上下移動施設のあり方について考察する。

3. 上下移動施設の配置の問題点

3・1 調査概要

表1 配置調査対象駅

調査(1)			調査(2)
虎ノ門	九段下	有楽町	飯田橋
赤坂見附	日本橋	豊洲	有楽町
表参道	南砂町	新木場	月島
池袋	西葛西	清澄白川	池袋
新大塚	葛西	住吉	新木場
後楽園	浦安	錦糸町	九段下
本郷三丁目	妙典	押上	大手町
大手町	原木中山	目黒	清澄白河
東京	北綾瀬	白金台	住吉
赤坂見附	綾瀬	白金高輪	麻布十番
新宿三丁目	北千住	麻布十番	四ツ谷
新宿	新御茶ノ水	六本木一丁目	王子
西新宿	麩ヶ関	溜池山王	池袋
南阿佐ヶ谷	国会議事堂	四谷	本郷三丁目
荻窪	明治神宮前	東大前	東京
南千住	代々木公園	本駒込	東銀座
東銀座	和光市	西ヶ原	目黒
銀座	要町	王子	両国
中目黒	護国寺	王子神谷	東中野
中野	飯田橋	志茂	
早稲田	永田町	赤羽岩淵	
全63駅			全19駅

地下鉄駅における上下移動施設の配置状況を調査し、配置の問題点を明らかにする。以下の2種類の調査を行った。

- (a) 営団地下鉄駅のホームから地上までの上下移動施設の配置状況の調査
- (b) 営団地下鉄駅・都営地下鉄駅の中で、他事業者間の乗換がある駅を対象に、片方の事業者のホームから乗換先の事業者のホームまでの乗換空間における上下移動施設の配置状況の調査

対象駅は表1に示す、全82駅である。

3・2 評価指標の決定

駅で多く見られた上下移動施設の配置の問題点は以下の5つの点にまとめられる。

- (a) 一般的に利用されている経路より離れた場所に上下移動施設が設置されているため、階段を利用する場合に比べて速回りをしなくてはいけない配置
- (b) 他事業者への乗換を行う時に上下移動施設を利用すると、駅の敷地内から出て、車の往来する車道を横断しなくてはいけない配置
- (c) 上下移動施設がデパートなどの建物内に設置されており、利用するためには駅利用者以外の人に混じって移動を行わなくてはいけない配置
- (d) 上下移動施設が一般的に利用されている経路から外れた場所に設置されているため、視認性が悪い配置
- (e) エレベーターでの待ちやエスカレーター前の行列などの混雑が原因で、利用が妨げられている配置

(d)の視認性の問題は、情報提供等をうまく行う事により解決が可能である。また(e)の混雑の問題は、利用者数が多い駅においては配置場所を変える等の策を講じてあまり意味がなさず、ある程度は仕方ない問題であると言える。一方、(a)迂回、(b)車道横断、(c)建物内移動は駅の構造的な要因であるため、配置を評価する指標としては適当であると言える。本研究においてはこれら、迂回、車道横断、建物内移動の3つの問題を配置の評価指標とすることにする。

この3つの問題点の有無によって、駅を以下の6つのタイプに類型化する事ができる。

表2 駅の類型タイプ

配置タイプ	迂回	車道横断	建物内移動	対象駅数
良好駅	なし	なし	なし	58
迂回駅	あり	なし	なし	16
建物内移動駅	なし	なし	あり	7
迂回・横断駅	あり	あり	なし	3
迂回・建物駅	あり	なし	あり	7
配置問題駅	あり	あり	あり	2

複数の路線がある駅は路線ごとに調査を行ったため、調査対象駅数より多くなっている。良好に整備されている駅が半数以上を占めるが、先程挙げた3つの問題点が見られる駅も多くある。迂回駅、

建物内移動駅は問題点が1つだが、迂回・横断駅では迂回を伴いかつ車道を横断しなくてはならず2つの問題を含んでいる。また、迂回・建物駅では建物内に上下移動施設が設置されておりかつそれを利用するために迂回を伴う駅であり、これも同様に2つの問題を含んでいる。配置問題駅と名づけたタイプは、建物内に上下移動施設が設置されておりかつ利用するために迂回を伴った車道横断を行わなくてはならない駅であり、配置の問題を3つ含んでいるタイプである。

以上のように問題点ごとに駅を類型化したのが、各類型タイプを評価し駅ごとの配置サービス水準を提案するために、次節では高齢者の意識データを解析していく。

4. 高齢者の意識データ解析

4・1 意識調査の概要

高齢者の意識データを得るために、表3に示すようなアンケート調査を実施した。表4に示すような回答者の個人属性と、8つの異なる配置タイプについて階段とエスカレーターのどちらを使うかを3段階から答えてもらった。3段階は、1 階段を使う 2 不満を感じるがエスカレーターを使う 3 不満

を感じずエスカレーターを使う の3つである。駅の類型化で用いた3つの指標、迂回、車道横断、建物内移動の有無を組み合わせ、表5に示すような8つの配置タイプについてそれぞれ質問した。図1はアンケートの質問例であり、配置タイプは迂回のみを伴う迂回タイプである。このようなエスカレーターがあった場合、1 階段を使う か、2 遠回りに不満を感じるが我慢してエスカレーターを使う か、3 遠回りに不満を感じずエスカレーターを使う か答えてもらう。このような質問を8つの配置タイプそれぞれについて答えてもらった。

表3 アンケート概要

実施場所	豊島区、千代田区、大田区、品川区、葛飾区の高齢者福祉センターおよび高齢者クラブ
実施日	平成15年11月～12月
回収方法	直接回収および郵送回収
配布数	合計 240票
有効回答数	170票

表4 回答者の属性

質問内容	選択肢
性別	男・女
年齢	50代、60代、70代、80代
階段昇降能力	1 無理することなく昇降できる 2 少し無理すれば昇降できる 3 かなり無理しないと昇降できない 4 全く昇降できない

表5 8つの配置タイプ

配置タイプ	迂回	車道横断	建物内移動
良好駅	なし	なし	なし
迂回駅	あり	なし	なし
車道横断駅	なし	あり	なし
建物内移動駅	なし	なし	あり
迂回・横断駅	あり	あり	なし
迂回・建物内駅	あり	なし	あり
横断・建物内駅	なし	あり	あり
配置問題駅	あり	あり	あり

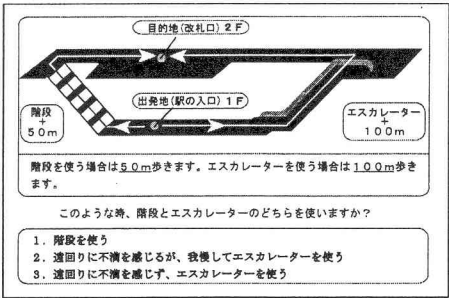


図1 アンケート質問例・迂回タイプ

アンケート結果を単純集計した結果は、図2のようになった。配置によって、回答にばらつきがあり、選択率の高い配置や満足率の低い配置などが見られる。配置の問題点が多くなるにしたがって、階段を使う割合は増えていく。また、問題点の種類によっても、階段およびエスカレーターの選択率に差が見られる。

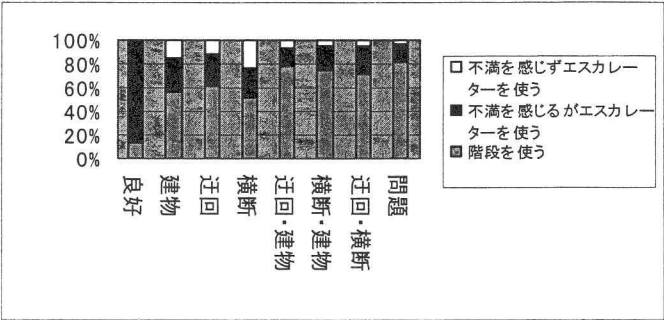


図2 単純集計結果

また、回答者の個人属性の割合は図3のようになった。性別別に見ると女性が多く、年代別では70代が半数近くを占め、昇降能力別に見ると無理することなく昇降できる人が半数以上を占め、全く昇降できない人はいなかった。以上のようにサンプルの属性にばらつきがあるので、属性による意識の違いを明らかにした上で、意識データを解析していく必要がある。

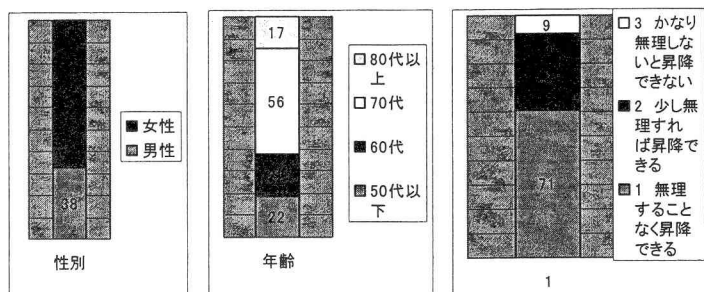


図 3 個人属性の割合

4・2 意識データの解析

表 6 選択データと満足度データ

データ種別	回答	
選択行動データ	1	2, 3
	階段利用者	エスカレーター利用者
不満度データ	1, 2	3
	不満を感じる	不満を感じない
1 階段を使う 2 不満を感じるがエスカレーターを使う 3 不満を感じずエスカレーターを使う		

意識データを、エスカレーターを使うか・階段を使うかという選択行動データと、エスカレーターの配置に不満を感じるかどうかという不満度データとして扱うために、表 6 のような方法で 2 種類のデータに分ける。以下の分

析では、意識データを選択行動データと不満度データの 2 つのデータとみなして分析を進める事にする。

(a) 属性による意識の違い

属性ごとにサンプルを分け母平均の差の検定を行う事により、属性の違いによる意識の違いについて分析した。性別は男のサンプルと女のサンプルに分け両サンプル間の差の検定を行った。階段昇降能力は昇降能力が 1 のサンプルと 2 のサンプル間での検定、昇降能力が 2 のサンプルと 3 のサンプル間での検定を行った。年齢は、50 代と 60 代のサンプル間、60 代と 70 代のサンプル間、70 代と 80 代のサンプル間での差の検定を行った。

年齢、性別、階段昇降能力の 3 種類の属性間について検定を行ったところ、表 7、8 のような結果が得られた。

表 7 選択行動データ検定結果

	性別	昇降能力(1-2)	(2-3)
統計量z	-0.9425	-2.3969	-4.2663
P 値	0.3459	0.0165	0.0000
z(0.05/2)	1.9600	1.9600	1.9600
判定		有意	有意
	年齢(50代-60代)	(60代-70代)	(70代-80代)
統計量z	-0.6995	-0.8487	-4.2609
P 値	0.4843	0.3961	0.0000
z(0.05/2)	1.9600	1.9600	1.9600
判定			有意

表 8 不満度データ検定結果

	性別	昇降能力(1-2)	(2-3)
統計量z	-0.3825	-0.2570	-3.2142
P 値	0.7021	0.7972	0.0013
z(0.05/2)	1.9600	1.9600	1.9600
判定			有意
	年齢(50代-60代)	(60代-70代)	(70代-80代)
統計量z	0.2245	-0.8666	-2.4109
P 値	0.8224	0.3862	0.0159
z(0.05/2)	1.9600	1.9600	1.9600
判定			有意

この検定結果から、選択率、満足率ともに性別の違いによる有意な差は見られないことがわかる。また、50 代～70 代の間では年齢の違いによる有意な差は見られないが、70 代と 80 代で有意な差が見られ

る事から、50代～70代か80代かでサンプルを分ける事ができる。年齢が上がるにしたがって階段よりエスカレーターをより好むといえるが、大きくかわるのは50代から70代と80代以上であり、80代になる前は階段に対する抵抗感には個人差があるが80代を超えると階段に対する抵抗感が急激に増加するからと考えられる。また選択行動データでは階段昇降能力 1、無理することなく昇降できる 2、少し無理すれば昇降できる 3、かなり無理しないと昇降できない の全てにおいて属性間で有意な差が見られ、昇降能力の違いがエスカレーターの選択に大きく影響していると言えよう。一方、満足度データにおいては2、3間では有意な差が見られたが1、2間では有意な差が見られなかった。ここで階段昇降能力と年齢の間の相関係数を求めたところ、0.362 となったため、両者の間に相関関係があるとはいえなかった。これは年齢が上がるにしたがって昇降能力が衰えていくのには個人差がありという事を示しており、両者を異なる属性として捉えるべきである。以下の節での高齢者の意識データのモデル化においては、回答者の属性として昇降能力、年齢の2つの属性を入れて考えていく。

(b) 配置の問題点と高齢者の意識の関係

配置の問題点と高齢者の意識の関係を明らかにするために、選択行動データ、不満足データの両方について配置の3つの問題点と個人属性を説明変数とした非集計ロジットモデルを構築する。非集計ロジットモデルは個人の選択行動に与えている影響要因を明らかにするため、影響要因をパラメータの形で推定する方法である。結果を表9、10に示す。

表9 選択行動データパラメータ

	Parameter	t-value
迂回	-1.39E+00	-8.67128
横断	-1.64E+00	-10.0645
建物	-1.10E+00	-7.02672
年齢	-2.39E+00	-10.05067
昇降	-2.63E+00	-7.13235
階段定数項	-9.12E-01	-6.09539
roh	0.29863	
rohbar	0.29485	
Hit ratio	79.375	

表10 不満足度データパラメータ

	Parameter	t-value
迂回	1.21E+00	4.74017
横断	1.56E+00	5.99164
建物	7.67E-01	3.02169
年齢	8.19E-01	3.1149
昇降	1.54E+00	5.17956
階段定数項	-7.73E-01	-2.60387
roh	0.15214	
rohbar	0.14691	
Hit ratio	89.18367	

t値、尤度、的中率共に一定の水準以上の値が得られた。

パラメータは選択行動に与える影響の強さを表しており、表を見ると、車道横断、迂回、建物内移動の順でパラメータの値が大きく、高齢者の意識への影響が強い事がわかる。

5. 配置のサービス水準の提案

5・1 健常者と歩行困難者のサービス水準

交通施設のサービス水準は、選択行動データや満足度意識データの値から設定されることが一般的であり、本研究ではエスカレーターの選択データとエスカレーターに対する不満足データをグラフにプロットすることでサービス水準を考察することにする。先程の推定したモデルから得られたパラメータを

表11 年代別構成比

年齢	総人口数(万人)	年齢別構成比(%)
50代～70代	4620	89
80代	571	11

元に各配置タイプにおけるエスカレーターの選択率とエスカレーターに対する不満足率を求める。個人属性データとして年齢を組み込むために、全国国勢調査のホームページ

から平成 15 年 8 月の時点での 50 代～90 代までの年齢比を求め年齢のパラメータに掛け合わせる事で、年齢をサービス水準に組み込む事にした。昇降能力については、昇降能力 1,2 のサンプルを健常者、3 のサンプルを歩行困難者として 2 種類のデータとして求め 2 種類のサービス水準について考察することにした。

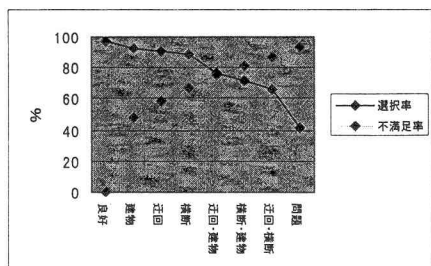


図 4 歩行困難者のサービス水準

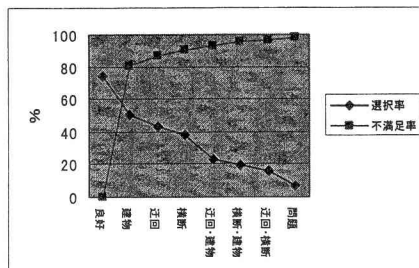


図 5 健常者のサービス水準

歩行困難者のグラフを見てみると、一般的に利用されている経路に上下移動施設が設置されている良好駅では選択率は高く不満足率は低い。配置が悪くなるにしたがって選択率は落ちていき、不満足率は高くなっていく。車道横断を伴う駅までは、選択率は不満足率を上回っている。ここまでの段階では、エスカレーターを選択する人の中でも不満を感じつつ利用している人と不満を感じないで利用している人の 2 種類があり、配置に問題があっても全ての人が不満を持っているわけではない。上下移動施設が建物内に設置されかつ迂回を伴うような駅では選択率と不満足率は同じ割合になる。以後選択率と不満足率は逆転し選択率は減少、不満足率は増大していく。この段階ではエスカレーターに対して不満を持つ人が増大し、エスカレーターの利用者が減ってしまう。以上の 3 段階を考えると、選択率と不満足率が等しくなる迂回・建物内移動タイプでは、マクロ的に見るとエスカレーターの利用者全てが不満を持っているという状態になる。逆に言えば、不満が増大しエスカレーターの選択率が減少する前のぎりぎりのラインであると言える。これ以上配置が悪くなると不満が増大しエスカレーターを選択する人より不満を持つ人が多くなり、提供されるサービスとしては良好とは言えない。また、これより配置が良くなると不満足率は下がるが、現実の制約条件を考えれば一定の利用者が見込めれば多少の不満足感に対しては目をつぶらなくてはいいだろう。不満率が多少高まってもある程度のエスカレーター利用車が確保できれば、一定のサービスを満たしている、と考える。そこで、建物内に上下移動施設が設置されており迂回を伴う駅をサービス均衡点と設定し、満たすべきサービスの最低ラインであると考え。

一方、健常者のグラフでは良好駅以外では不満足率が選択率を上回ってしまう。グラフから読み取れるサービス均衡点は良好駅と建物内移動駅の間になり、歩行困難者のサービス水準より高いサービス水準となってしまう。これは、歩行困難者にとっての上下移動は大変負担のあるものであり少々配置が悪くても上下移動をせずに目的まで到達できるならそうしたいという意識の表れであると読み取れる。

全ての人が満足できる上下移動施設整備を目指すなら、健常者のサービス水準も満足するよう努めなければいけないだろう。しかし地下鉄駅空間において上下移動施設を設置できるスペースは限られており必ずしも理想的な配置が行えるわけではない。厳しい制約条件の中で各駅上下移動施設整備を進めている現状を考え、本研究ではせめて上下移動施設を最も必要としている歩行困難者のサービス水準は満たすべきである、という立場を取る。よって、以下では歩行困難者のサービス水準を上下移動施設の配置サービス水準として扱う事にする。

5. 2 サービス水準の提案

上下移動施設が建物内にありかつ迂回を伴う配置タイプをサービス均衡点と考え、サービス水準をCと設定する。サービス水準Cは、最低満足するべきサービスの最低ラインと考える。その他の配置タイプについては先ほど構築した非集計モデルから求めグラフ上にプロットした選択率と不満足率の差を元にサービス水準を設定した。選択率>不満足率の配置は、選択率と不満足率の差が50%以上をA、50%以内をBとした。また、不満足率>選択率の配置は差が50%以上をE、50%以内をDと設定した。

表 12 配置のサービス水準

配置タイプ	サービス水準	選択率－不満足率
良好	A	97
建物	B	45
迂回	B	32
横断	B	22
迂回・建物	C	2
横断・建物	D	-9
迂回・横断	D	-21
問題	E	-52

このサービス水準を見ると、配置の問題点が1つだけであれば良好なサービスを提供していると言えるが、問題が2つ以上になると、「迂回・建物内移動」の配置タイプ以外はサービス水準がD以下になる。駅の制約条件を考えるとサービス水準B以上の整備まで望むのは難しいが、最低ラインであるサービス水準Cはクリアしておきたい。

駅のスペースは限られており、新たな上下移動施設を設置することは容易ではなく、サービス水準がD以下の駅に対しては次のような提案が考えられる。例えば、駅ビル内などに設置された上下移動施設の利用を促進させる事、これにはビル内に利用可能な上下移動施設があることを認知してもらうこと、またそれらの上下移動施設に駅の利用者を誘導してくれるサインの充実などが考えられる。ラッチ外のスペースには複数の事業者が関わっており、鉄道事業者と他の事業者との協力が不可欠になる。新規または大規模な改良を行う駅については、他事業者と協力してビルなどの建物内への上下移動施設整備の可能性を検討する必要があるといえるだろう。

現在営団地下鉄が他の事業者と協力して上下移動施設整備を進めており、限られた駅スペースを考えると、サービス水準Cにあたるビル内に設置された迂回を伴う上下移動施設の整備が期待される。

7. 今後の課題

今回は建物内への上下移動施設設置・またそのような形態での利用の促進が限られた地下スペースにおける有効な上下移動施設の配置方法である、という事が導かれた。本研究で提案したサービス水準は配置の3つの問題から提案したものに過ぎなく、実際の駅を利用する時は、視認性、混雑度などの要因も影響するであろうから、それらも考慮に入れたサービス水準が求められる。今後はより多くの要因を入れたサービス水準について考察し、限られた地下空間の中で有効に利用されるような上下移動施設の配置についてさらに研究を進めていくべきである。

8. 参考文献

- 1) 鈴木・四之宮：「鉄道に対する高齢者の要望・不満等に関する基礎調査」，鉄道総研報告，第 17 巻 第 1 月号，2003
- 2) 大島、加藤：「鉄道駅における乗換抵抗低減効果に関する研究」，土木学会第 50 回年次学術講演会，1995
- 3) 岩上、大蔵：「歩行者の経路選択における上下移動の影響に関する基礎的研究」，土木学会年次学術講演会，1998
- 4) 小柳、関川：「駅前広場空間構成に関する基礎的研究」，土木計画学研究講演集，1997
- 5) 金利昭、北村直輝：「歩行困難者を考慮した階段とエスカレーターの経路選択構造に関する研究」，第 35 回日本都市計画学会学術研究論文集，2000
- 6) 交通バリアフリー法ホームページ，2004
- 7) 交通エコロジー・モビリティ財団：「公共交通機関旅客施設の移動円滑化整備ガイドライン」，2001
- 8) 帝都高速度交通営団：バリアフリー便利帳，2003
- 9) 帝都高速度交通営団、東京都交通局：「東京地下鉄全駅ガイド」，人文社，2003
- 10) 東京都交通局ホームページ，2004
- 11) 総務省統計局ホームページ，2004