

公共交通機関における移動制約者の最適経路情報の算定

A Study on Extracting Optimum Route for Handy-capped Passengers
on Public Transportation

金森俊樹*・吉川耕司**

By Toshiki KANAMORI and Koji YOSHIKAWA

1. 研究の背景と目的

我が国でも、高齢化の進行をうけ、またバリアフリーの観点から、高齢者や身体障害者といったいわゆる移動制約者のモビリティを確保していこうという動きが起りつつある。移動制約者の生活圏・行動範囲の拡大化にともなって、高齢者の交通事故も多発しており、都市部においては移動制約者が目的地まで、安全でかつ身体的負担の少ない手段で移動できるよう、施設の充実やきめ細かな情報提示を図ることが重要な課題の一つとなっている。

こうした背景を踏まえ、「高齢者、身障者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」、いわゆる「交通バリアフリー法」が平成12年11月より施行された。今後は公共交通機関における施設整備が急ピッチで進められ、移動制約者の社会参加が一層促進されるものと期待される。

しかし現状では、こうした施設整備は整備率や施設数の増加が目標とされ、交通行動の連続性が考慮されているとは言えない側面もある。

例えば、発駅・着駅には地上からホームへのエレベーターが完備されていたとしても、乗り換えが必要な途中駅等、経路上に一カ所でも隘路となる場所が残っていれば、移動制約者にとっては、その経路を用いた交通行動は全く不可能となる。

同様にそれぞれの駅構内についても、駅のエレベーターは、通常の乗客の動線から大きく離れた位置に設置されていることが少なからずあり、本来移動制約者のための施設であるにもかかわらず、彼らの歩行距離が、迂回を強いられることでかえって長くなってしまふ。もちろん、駅空間の構造上の制約や経済面から設置場所が限られる事情は理解できるものの、移動の連続性の観点からは、施設整備が十分な効果を発揮しているとは言えないだろう。

本研究は、こうした問題意識からはじめて、実際に交通機関にはどれだけの移動抵抗が存在するのかを明確にしようとしたのが端緒である。そして考察を進めるうちに、健常者と移動制約者では移動抵抗の算定基準が異なるのではないか、その結果、最適経路も異なってくるのではないかと考えるに至り、様々な身体的状況に対応した移動抵抗の算出と、それに基づいた最適経路の算定を行うことにしたわけである。

具体的には、名古屋市営地下鉄を対象として、様々な算定基準のもとでの移動抵抗値と最適経路を算出できる「経路情報算定システム」を開発し、これを用いて、健常者と移動制約者の最適経路の乖離に関する分析等を行っている。

2. 従来の研究と本研究の特徴

移動制約者の公共交通機関を用いた交通行動に関する研究については、金ら^{1)~2)}が、駅前ペDESTリアンデッキにおける動線に着目して健常者と移動制約者の比較を行うとともに、満足度に関する意識調査の結果を行動経路ごとに集計することにより、エスカレーター配置に関するサービス水準を設定している。また、田尻・伊達³⁾、夏目・若林⁴⁾は駅空間の移動連続性の見地から、健常者と移動制約者の移動経路を調査してその乖離を明らかにし、施設誘導情報を提示することの重要性を指摘している。

本研究は、健常者と移動制約者の経路・動線の相違を明らかにしようとする点ではこれらの研究と類似するが、単一施設や限定された空間内ではなく、起終点間を通じた経路を対象として、その移動抵抗を総合的に算出しようとしているところに特徴がある。

また、上記の研究のように実際の動線調査を行っているというアプローチをとらず、逆に、交通施設や運行状況の調査をもとに、歩行速度や階段の昇降可能・不可能などの条件を設定して、とりうる動線・経路をシミュレートしようとしている。これにより、様々な条件による経路情報の算出を可能としている。例えば、一般には「最短時間経路=最適経路」という判断がされるが、本研究では、高齢者にとってはむしろ「最『楽』経路=最適経路」ではないかと考え、移動エネルギー最小を基準とした最適経路算定も取り入れている。

キーワード：公共交通、移動制約者、最適経路探索

*学生会員 修士課程 名城大学大学院都市情報学研究科

(〒506-0261 岐阜県可児市虹ヶ丘 4-3-3)

Tel 0574-69-0100, Fax 0574-69-0155)

**正員 工博 名城大学都市情報学部助教授

(〒506-0261 岐阜県可児市虹ヶ丘 4-3-3)

Tel 0574-69-0100, Fax 0574-69-0155)

3. 研究の構成

本研究は図-1で示すような手順で行っている。以下、順にこれらの内容を示すことにする。

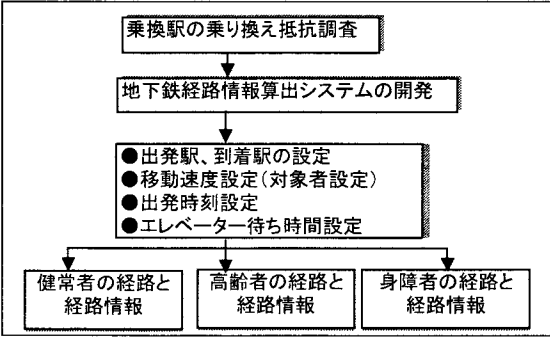


図-1 研究のフロー

4. 地下鉄駅の施設調査の概要

本研究の対象とした名古屋市営地下鉄は、5路線、76駅で構成されており、他路線との乗換駅は10駅ある。

まず、健常者と移動制約者の動線及び移動抵抗に関する情報を得るため、名古屋市交通局のご協力のもと、全駅を対象に施設調査(平成11年12月15日、16日)を行なった。調査項目を表-1に示す。各駅の移動抵抗を定量的に一意に算出するための調査であることから、乗り換え経路が複数ある場合には、健常者と移動制約者を想定して、それぞれの移動抵抗が最小になると考えられる経路についてデータ収集を行った。

表-1 施設調査の項目

調査項目	説明
歩行距離	駅構内を歩く歩行距離(m単位)
エレベーター乗車時間	エレベーターに乗っている時間(秒)
エスカレーター乗車時間	エスカレーターに乗っている時間(秒)
上り階段数、下り階段数	階段段数
扉情報	乗り換える際、階層移動媒体(車)に最も近い扉 乗り換え時のホーム到達地点から最も近い扉

5. 地下鉄経路情報システムの開発

本研究では、Visual BASIC 言語を用いた地下鉄経路情報システムを独自に開発した。

本システムでは路線網の駅区間をリンク、駅をノードとするネットワークデータを用いて図-2に示す方法で経路情報を算出している。始点ノードと終点ノードを指定すると、目的ノードに到達する経路を全て抽出し、それぞれの経路について、リンク、すなわち駅間ではダイヤ情報を元にした所要時間等を、ノード通過時、すなわち駅では、停車時間や乗り換えに要する時間(およびエネルギー)といった経路情報を順に付加していくわけである。表-3に算出される経路情報の一覧を示す。

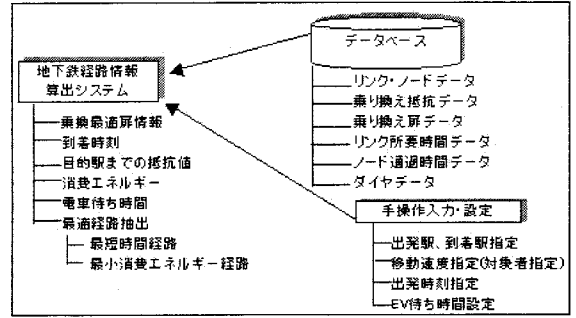


図-2 経路情報算出の手順

表-3 算出される経路情報

項目	説明
路線数	そのODの経路数
合計時間	対象経路の目的駅に行くまでの所要時間(秒)
ES	エスカレーター乗車時間(秒)
EV	エレベーター乗車時間(秒)
Str u	乗換駅での、上り階段数合計
Str d	乗換駅での、下り階段数合計
Pass	乗換駅での、歩行距離合計(m)
乗換数	乗換回数
乗車時間	地下鉄車両乗車時間(秒)
乗換時間	乗換駅での乗換時間(秒)
待ち時間	始発駅、乗換駅での地下鉄待ち時間合計(分)
ホーム移動距離	始発駅から乗る際、乗換駅にての最適降車扉にて降車するためのホーム移動距離。また目的駅にて階層移動媒体が一番近い扉までの移動距離。
エネルギー	始発駅から目的駅までの消費エネルギー。(kカロリー)
総歩行距離	始発駅から目的駅までの総歩行距離(m)
総階段数	上り下りの階段数を加算した、目的駅までの総階段数
出発時刻	その時刻に始発駅のホームにいる時刻
到着時間	その時刻に目的駅のホームの階層移動媒体にいる時刻
路線図	経路の路線図が黒線で路線図に描画される

なお、乗り換え駅に関しては、地下鉄車両の乗車扉位置から乗り換え時のホーム歩行距離をも推計している。これを移動抵抗に用いることで、より実態に近い正確な情報が得られる。扉情報算出のフローを図-3に、補足情報として得られる経路上の最適な乗降扉の表示例を図-4に示す。

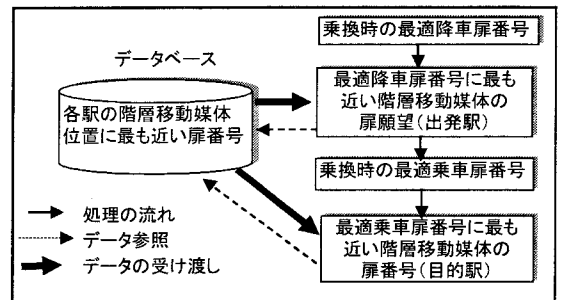
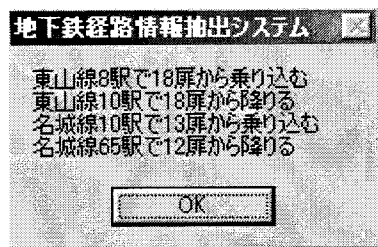
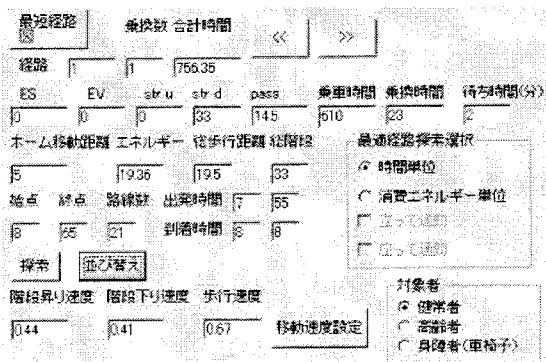


図-3 扉情報算出のフロー



図－4 経路上の最適乗降扉の表示例

健常者、移動制約者に関する歩行速度・階段昇降速度等の基本的な身体的条件と、エレベーターの待ち時間を最小、平均値、最大、の3つの算定基準に関する条件を設定した後、出発駅と到着駅を指定し、さらに出発時刻を指定することで、条件に見合った最適経路を抽出することができる。経路は複数抽出することができ、またそれぞれの経路の経路情報、すなわち移動抵抗や乗り換え所要時間、到着時刻を出力することができる。経路情報の算出結果例を図－5に示す。



図－5 経路情報の算出結果例

6. 経路情報の算出

(1) 移動速度に関する設定

システムでは、移動速度を元に所要時間を算出する方式をとっているため、まず、健常者と高齢者の移動速度を、歩行・階段上り・階段下りのそれぞれについて想定し、システムの設定値とした。

健常者の移動速度は学生の移動速度の平均から推計し、高齢者（ここでは70代と想定）の移動速度は高齢者白書から得た。表－4は健常者と移動制約者の移動速度を表したものである。

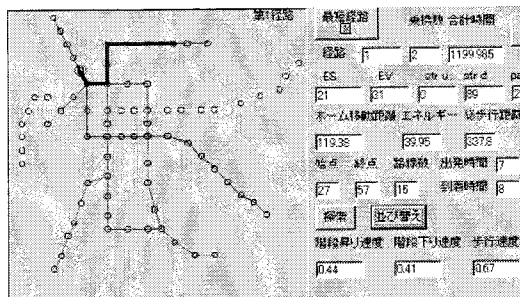
表－4 設定した移動速度

対象者	歩行速度 (秒/m)	階段上り速度 (秒/段)	階段下り速度 (秒/段)
健常者	0.67	0.44	0.41
高齢者	0.87	0.56	0.55

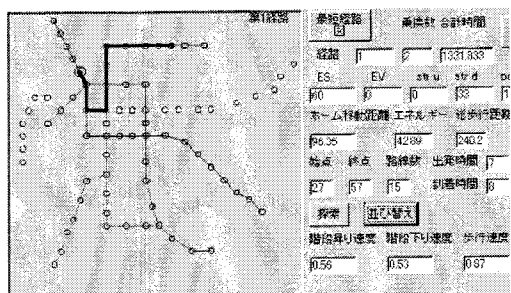
(2) 各対象者の経路情報算出結果

出発駅・到着駅と出発時刻を指定し、健常者、高齢

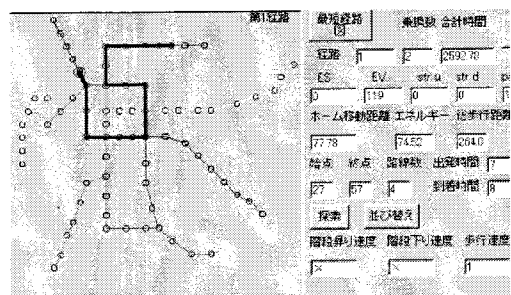
者、身障者の経路情報を算出した。算出結果の例を図－6～図－8に示す。これらは時間単位でソートした最短時間経路情報である。



図－6 健常者の経路情報



図－7 高齢者の経路情報



図－8 身障者の経路情報

これらの図から、例に示した出発駅、到着駅間では、身体的条件、特に歩行速度の違いにより、最適経路は異なることが明らかになった。

高齢者は健常者に比べ、移動速度が遅いことから乗換駅での乗り換え所要時間が大きくなる。多少乗車時間が長くても、乗り換え距離が短い駅で乗り換える方が、高齢者にとってはかえって早くなる経路が存在したわけである。

また身障者の場合は、乗り換えができる駅が限られるため、目的駅に行くためには大きく迂回する必要があるケースもあることが明らかになった。

当然こうした例は、数の上では一部であり、健常者も身障者も同様の経路が最適な場合が多い。しかし、乗り換えが生じる場合には、ダイヤの影響が加わる、すなわち電車を1本「やり過ごす」ことが必要なケー

(3) 最小消費エネルギー経路と最短時間経路の相違
さて、図-9と図-10は、最小消費エネルギーの経路と、最短時間経路が異なる例である。すなわち、一般には最短時間経路が最適経路と見なされるが、必ずしも消費エネルギーの観点からは最適経路と見なすことはできないことが明らかになった。何が「最適」かの判断基準はTPOに応じて異なるであろうが、現に算出基準により異なる「最適」経路がある以上、今後の高齢者の外出行動の増加に対応し彼らの立場に立った検討を進めるうえでも、こうした価値判断の視点を取り入れることも必要になってこよう。

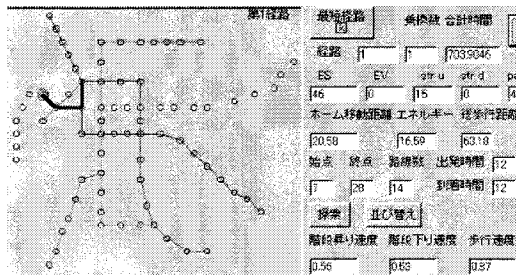
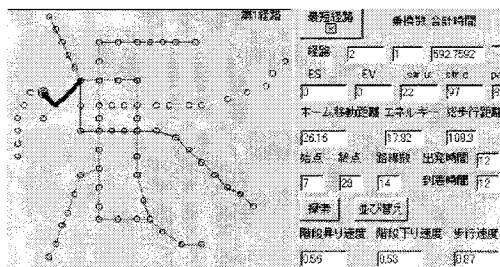


図-9 最小消費エネルギー経路



圖一 10 最短時間經路

本研究では名古屋市営地下鉄の駅施設調査を行い、これから得られた移動抵抗に関するデータを用いて、運行ダイヤや移動速度を考慮して最適経路とその経路情報を算出する地下鉄経路情報算出システムを構築した。そしてシステムを運用することによって、出発駅から目的駅までの移動抵抗値を定量的に把握することができたのみならず、健康者・高齢者・身障者といった身体的条件の違いにより最適経路が異なるケース、最短時間・最小消費エネルギーといった算定基準の違いにより最適経路が異なるケース、が存在することを明らかにした。

最優先の課題であろう。また、こうしたケースが生じた要因に関する詳細な分析も今後必要となる。さらに、

- ① 本研究での経路探索はホーム～ホームであり、地下鉄に実際に乗るにあたっての地上から改札、改札からホームまでの移動抵抗は加味されていない。今後、これらの情報を付加したより精密な分析が望まれる。
- ② 利用者の立場からは、都市内の公共交通機関をすべて考慮して移動抵抗を分析すべく、バス交通も算出対象に取り入れる必要がある。
- ③ 最も大きな隘路となっているポイントを抽出することで、施設整備のプライオリティ検討を支援できる情報を抽出すべきである。

といったように、算出値の精度と情報レベルを高めることも今後の課題であろう。しかしながら、今まで疑問なく用いられてきた「最適経路＝最短時間経路」という概念だけでなく、最小エネルギー、すなわち最「楽」な経路は、高齢化社会における公共交通利用の増進を図るうえで重要であるとの考え方と、実際に、判断基準を変えると最適な経路が異なる場合が存在することが実証できたことは、大きな意味を持つと考える。さらに目的駅までの消費エネルギーの観点からは、高齢者や身障者にとって最短時間の経路が最適経路とはいえ、目的駅までより身体的負荷の少ない経路を抽出することができた。本研究で算出した経路情報を公共交通利用潜在者に広く情報提供できれば、潜在交通需要を活性化させる可能性も考えられる。

情報呈示の指針において、今回のシステムは情報を計算するための手法の構築という側面もある。従来のGISでは迂回経路の情報を計算できないが、本システムでは計上しており、プロトタイプ的なシステムの実証でもあった。市販ソフトの経路探索もこうした視点は取り入れられていない。実際場で、それぞれの人の条件、属性にあった情報が示せるシステムの運用が望まれる。

参考文献

- 1) 金 俊昭, 北村直輝, 近藤 勝, 山田 稔:「移動制約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」, 都市計画学会論文集, No.35, pp. 583-588, 2000
- 2) 金 俊昭, 山田 稔, 近藤 勝:「上下移動施設の配置に着目した駅前ペDESTリアンデッキの移動制約者動線に関する研究」, 交通工学, Vol.34, pp11-19, 1999
- 3) 田尻 要, 伊達志日流:「公共交通施設におけるバリアフリー化を目的とした移動連続性に関する調査」, 都市計画学会論文集, No.35, pp.205-210, 1998
- 4) 夏目浩次, 若林拓史:「障害の属性を考慮した駅空間における移動容易性に関する研究」, 土木計画学研究・講演集 No.23(2), pp871-874, 2000