

地上から地下への上下移動時における歩行者の方向定位に関する研究*

A Study on Directional Navigation of Pedestrian down to the Underground *

山本陽二郎** 萩原亨*** 足達健夫**** 加賀屋誠一***** 内田賢悦***

By Yojiro YAMAMOTO** Toru HAGIWARA*** Takeo ADACHI**** Seiichi KAGAYA***** Ken-etsu UCHIDA***

1. 研究の背景と目的

コンパクトシティへの転換による都市の高密度・高機能利用化により、今後の中心市街地・拠点地域の交通は、車利用を制限し、歩行者と公共交通優位な政策を推進することが検討されている。歩行環境の改善が急務であり、同時に立体的歩行空間の連続性について議論することが必要である。

岩上・大蔵ら¹⁾は、連続する歩行空間における上下移動の有無およびそれに対する抵抗が経路選択に与える影響をアンケート調査により探り、分析してある。その結果、「所要時間」、「歩きやすさ」が経路選択の基本条件となり、「上下移動」か「信号待ち」が経路選択の決定に影響する要因であるという結果を得ている。このことから、これら二つの要因が歩行者にとっての抵抗となりうるということが考えられる。歩行者の経路選択に影響する抵抗に関して身体的抵抗だけでなく、感覚的な抵抗に着目した研究がある。

鳩山ら²⁾は、交差点における時間・空間的な制約による歩行者に対する生理的・心理的影響を実験によって把握した。この結果、歩行者は時間・空間的な物理量を知覚しにくいときに、「苛立ち」、「慌しさ」、「不安」が高まるという結果を得た。また、歩行者に対し、時間・空間的な物理量を知覚できる程度を高めることによって不快感を低減できる可能性が示唆されている。

立体的上下移動を扱った研究として、大野ら³⁾は、大規模建築内での上下方向の移動が経路や歩行の把握に与える影響について実験的に確かめ、個人

*キーワード 歩行者・自転車交通計画 空間整備・設計 経路選択

** 学生員 北海道大学大学院工学研究科都市環境工学専攻

(札幌市北区北13条西8丁目 tel011-706-6212FAX011-706-6211)

*** 正会員 博(工) 北海道大学大学院工学研究科都市環境工学専攻

**** 正会員 博(工) 専修大学北海道短期大学 環境システム科

***** フェロー 学博 北海道大学大学院工学研究科都市環境工学専攻

や環境の条件によってどのように異なるかを明らかにした。上下二つの平面の記憶とそれらの関係付けの難しさから、上下移動が方向を見失わせて「迷い」の一つの要因になることを示した。また、周辺環境から情報を得ることによって正しい経路や方向を再確認できることがあるが、それには個人差が大きく影響するとしてある。

これらのことから、地上から地下への上下移動時における抵抗には、身体的な連続性の阻害からなる抵抗とともに方向定位のように感覚的な連続性の阻害からなる抵抗が存在すると考えられる。本研究では、上下移動施設として階段の形状に着目し、形状の違いによる歩行者の方向定位の状況と、その後の経路探索への影響を分析した。同時に、歩行者に対する情報提供のあり方についての検討を行った。

2. 認知地図と情報提供

認知地図は、周辺環境の情報をコード化し、貯蔵、想起し移動行動に対する意思決定を促すものである。文野・市原ら⁴⁾は、地下街の経路探索における認知地図の機能について質的な分析を行った。特に、経路選択時の探索手段に着目し、認知地図の規定因について検討している。その結果、案内板による情報が認知地図の機能に大きな役割を果たしており、初期段階における情報がその後の行動に大きく影響し、結節点においての情報提供が有効であるとしている。西・市原ら⁵⁾は、地下空間における経路探索実験からサイン等(文字情報、地図情報による案内表示・誘導表示)の経路探索行動に対する有効性を得、それらの改善策を提示している。サインは経路間違いに対するフィードバック機能を持つとしてある。また、経路探索を上位課題とすると、サインを発見し情報を処理することは下位課題に位置付けられるとしてある。これらから、情報提供により方向定位を

誤った場合にも、経路探索負荷を軽減できると考えられる。

3. 実験内容

地上から地下に至る上下移動の際に、上下2つの平面が正しく関係付けられなければ経路探索における「誤り」や「迷い」の原因となることが考えられる。このような関係付けには、人の心的回転が影響する。心的回転の可否のレベルは、階段歩行時の身体の回転による影響を受けると考えられる。

(1) 実験仮説

実験仮説を以下に示す。

- ・ 階段の曲がり数が増加すると歩行者は方向定位が困難になる。
- ・ 方向定位を誤ると、歩行者はその後の経路探索において、「誤り」や「迷い」が増加する。
- ・ 方向定位を誤った歩行者に情報提供を行うことで、「誤り」や「迷い」が軽減される。

(2) 実験装置

パソコンのディスプレイ上にハイパーリンクを用いたホームページ形式の仮想地下空間を作成し、歩行シミュレーション実験を行った。このような装置を用いる利点は、実験要因の設定が容易であり、他の環境要因の影響を一定に保つことができることである。また、今回方向定位に着目した実験を行うにあたり、被験者の認知距離の影響を一定に保つためである。

(2) 実験要因

地上から地下への上下移動による歩行者の方向定位とその後の経路探索に影響を及ぼす要因として階段の曲がり数、歩行者の経路探索負荷を軽減させる要因として情報提供を設定した。(表1)

表1 要因と水準

| | |
|---------------------|----------|
| 階段の曲がり数 (被験者内要因) | 1回(90°) |
| | 3回(270°) |
| | 5回(450°) |
| 情報提供 (被験者間要因) | なし |
| | 方角 |
| | 地図 |
| | 方角+地図 |

これらの要因は、札幌市内の地下鉄構内へ至る階段とその周辺の調査をもとに設計した。方角による情報提供は自己から独立した座標系を参照するもので、地図は空間相互の関係を参照するものと考えられる。

(4) 実験手順

実験手順を図1に示す。はじめに、被験者に出発点・目標地点・地物を示したの地上の地図を提示し、30秒間暗記させた。地上の出発点において進行方向を確認後、階段を通過させ、完了後、進行方向を答えさせた。その直後に、地下に進行した時点で図3のような情報提供を5秒間行った。その地点で、移動方向と反応時間を記録した。その後、地下をマウス操作により進行させた。被験者は、最短経路でなるべく時間を掛けずに正しい目標地点に到達することを目的とした。表1の実験条件で一人の被験者につき、階段と出発点・目標地点の位置を規則的に変えたものを3パターン実施した。

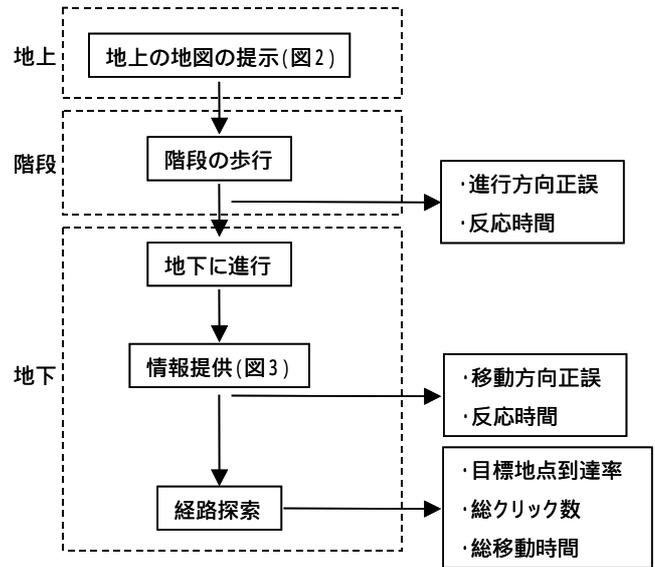


図1 実験のフロー

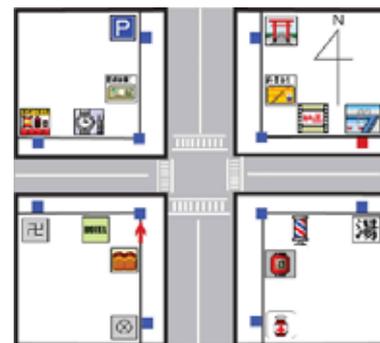


図2 地上の地図

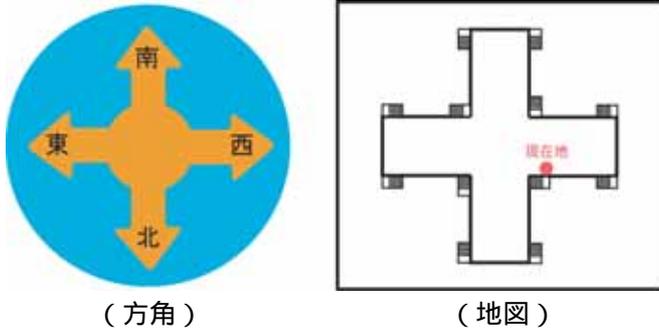


図3 情報提供

(5) 計測

情報提供前の被験者に、進行方向（自分の向いている方角）を答えさせ、記録した。続いて、情報提供後に、移動方向を記録した。その後の経路探索における目標地点の到達率、総移動時間を記録した。

(6) 被験者

パソコンの操作性による影響を考慮し、被験者は大学生とした。情報提供の水準により4つのグループに分け、各グループ15人、計60人の被験者に実験を実施した。また、実験終了後、方向感覚質問紙を用い方向感覚の主観的評価を行った。方向感覚質問紙は竹内⁶⁾によって構成された20項目からなる質問紙であり、各10項目がそれぞれ「方位と回転（方位の認知や方向の回転）」、「記憶と弁別（目印となるものの記憶や場所の違いの弁別および経路の知識）」と名づけられた因子を代表するものである。各項目について、方向感覚が良いほど得点が高くなるように得点化を行い、その得点をもとに方向感覚の個人特性を推定した。

4. 結果・分析

(1) 実験計測による結果

今回の分析では、方向定位の正答率、移動方向の正解率と目標地点の到達率を「誤り」の指標として、また、総移動時間を「迷い」の指標として用いることとする。

a) 情報提供前の進行方向の正答率（図4）と反応時間の差は、階段に対し有意であった。（ $p = 0.05$ ）この結果から、階段の曲がり数が増えるに従い、階段通過後の方向定位が困難になると言える。階段の曲がり数が増加すると方向定位の「誤り」は増加する。

b) 目標地点の到達率（図5）の差は、階段に対し有

意であり、情報提供に対し有意ではなかった。（ $p = 0.05$ ）この結果から、階段の曲がり数が経路探索の「誤り」に影響を及ぼしていると考えられた。また、目標地点に到達できた被験者のうち、情報提供前の進行方向を誤った被験者は、正解した被験者より到達までの総移動時間が増加した。

方向定位を誤ると目標地点までの総移動時間が増加することから、階段通過後の方向定位の「誤り」が経路探索における「迷い」を増幅させる可能性があると言える。

c) 情報提供後の移動方向の正答率（図6）は、階段、情報提供とも有意な差はなかった。（ $p = 0.05$ ）ただし、有意確率10%水準で情報提供に関して有意であった。

また、情報提供前の進行方向を誤った被験者のうち、方角の情報提供を受けた被験者の40%、地図の情報提供を受けた被験者の37.5%、方角と地図の情報提供を受けた被験者の54.5%が、情報提供後の移動で正しい方向に移動した。

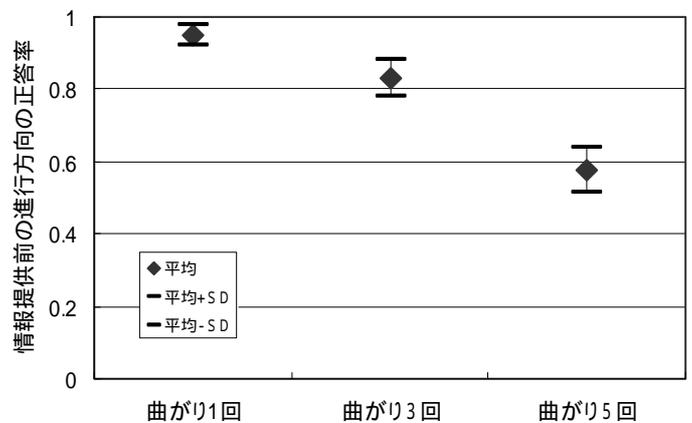


図4 情報提供前の進行方向の正答

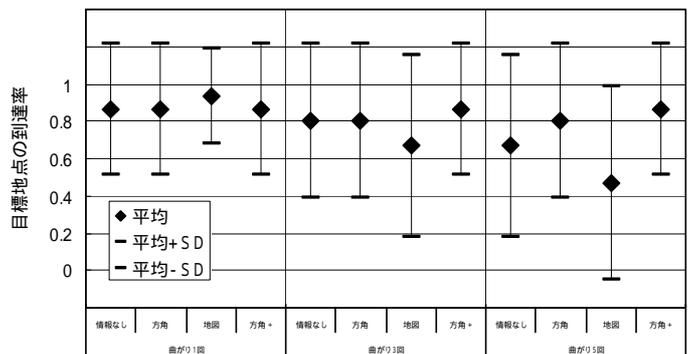


図5 目標地点の到達率

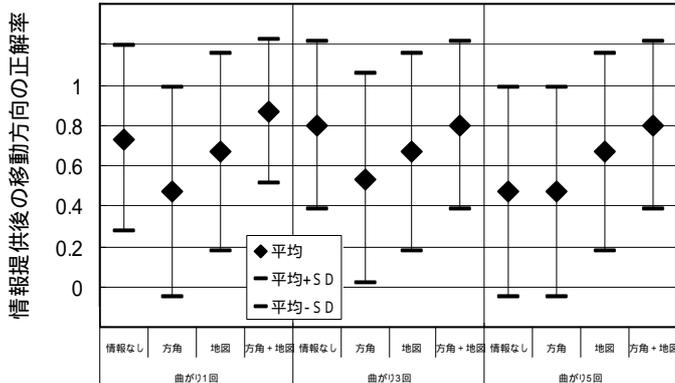


図6 情報提供後の移動方向の正解率

d) 情報提供による差は全ての計測で、有意でなかった。情報提供後の移動方向の正答率の結果から、曲がり数の多い階段では地図と方角を示した案内が情報提供後の移動に対して有効であるという傾向が見られた。情報提供によって経路選択の「誤り」を軽減する傾向があった。

(2) 方向感覚質問紙による結果

各項目を得点化した結果、グループ間に有意な差はなかった。($\alpha = 0.05$) 情報提供なしのグループでは、被験者の得点と総移動時間には相関が見られなかった。しかし、情報提供を行ったグループには、それらに負の相関の傾向が見られた。

5.まとめ

(1) 実験の成果

実験から以下のことがわかった。

- ・ 上下移動時に通過する階段の曲がり数が増加すると方向定位は困難になる。
- ・ 階段の曲がり数が、経路探索における「誤り」や「迷い」に影響している可能性がある。
- ・ 情報提供によって、方向定位の「誤り」を修正できる可能性がある。

(2) 情報提供に関する考察

情報提供によって経路選択の「誤り」を軽減できる可能性がある。これより、曲がり数の多い階段を通過した地点に更なる情報提供が必要であると考えられる。逆に、曲がり数の比較的少ない階段の通過後では、不十分な情報は歩行者に情報が無い状態よりも悪影響を及ぼすと考えられる。また、地下歩行

における経路探索で地図情報のみを与えられた場合は、その情報がない場合より目標地点に正しく到達する割合が低下した。このことから、方角の定まっていない不完全な地図情報は、被験者の定位を誤らせる可能性があると言える。これらのように歩行者の経路探索に有効な情報提供形式を一概に断定することはできない。今回の実験結果からも全ての被験者に対して有効な情報提供形式は明らかにならず、非常に個人差による影響が大きいものであることがわかった。

以上から、上下移動の際に階段を通過することにより、方向定位が困難になる場合があり、その後の歩行行動に影響し、負荷を与えることが明らかになった。方向定位の可否は、地上と地下の歩行空間の連続性を阻害する一つの感覚的な要因であると言える。これらの改善のためには、全ての人に共通して有効な情報提供形式を確立することが、必要である。

最後に、被験者として実験に協力してくれた北海道大学・大学院の学生に感謝の意を表する。

【参考文献】

- 1) 上智裕, 大蔵泉, 中村文彦: 歩行者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講演概要集第4部 vol.53 巻 pp774-775, 1998
- 2) 鳩山紀一郎, 下村新, 家田仁: 時空間インフォーマティビティの概念による歩行者指向型交差点の設計法 第27回土木計画学研究発表会(春大会) 2003
- 3) 大野隆造, 串山典子, 添田昌志: 上下方向の移動を伴う経路探索に関する研究 日本建築学会計画系論文集 No.516, pp87-92, 1999
- 4) 文野洋・市原茂・西淳二: 地下街における目標探索行動と認知地図の研究, 土木学会地下空間シンポジウム論文・報告集第3巻, pp175-178, 1998
- 5) 西淳二, 市原茂, 早川知邦, 清水隆文: 地下街経路探索実験からのいくつかの知見 土木計画学研究・講演集 No21(1), pp207-210, 1998
- 6) 竹内謙彰: 方向感覚と方位評定、人格特性及び知的能力との関連, 教育心理学研究第40巻、第1号, pp47-53, 1992