

## 街路ナビゲーション特性に対するリハーサルの効果

緒方誠人\*, 井端勇介\*\*, 蔵野文子\*, 今後羊司\*\*\*, 森本一成\*, 黒川隆夫\*  
京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科\*, 松下電器産業\*\*, 総合システムサービス\*\*\*

本報告ではナビゲーション問題の1つであるリハーサル問題を取り上げ、教示法が街路ナビゲーションにどのような影響を与えるかについて検討した。実験では、男女155名の被験者を用いてVRウォークスルー2種類、ビデオ、地図および文章の5種類あるリハーサルのいずれかでリハーサルを行った後、4種類のルートのナビゲーションを行わせた。

この結果、リハーサルによって間違いが発生する個所や数、リハーサル時間などに違いが見られた。ビデオはどのような空間に対しても良い結果が得られたが、リハーサルに長時間を要した。地図は十字路が続くような均質な空間で良い結果が得られ、文章リハーサルはリハーサルが短時間で、簡単なルートでは効果的であった。VRウォークスルー・リハーサルは、ランドマークの多いルートで効果的であった。

### Effects of Methods of Rehearsal upon Characteristics of Navigation on Actual Streets.

Masahito OGATA\*, Yusuke IBATA\*\*, Humiko KURANO\*, Youji IMAGO\*\*\*, Kazunari MORIMOTO\*,  
and Takao KUROKAWA\*

Graduate School, Kyoto Institute of Technology\*,  
Mtushita Electric Industrial Co. Ltd.\*\*, Sougou System Service Ltd.\*\*\*

A rehearsal in this study means learning courses to destinations. We used 155 subjects of men and women. After the subject studies the route with one of 5 rehearsal media (2 kinds of VR walk-through, Video, Map and Text.), he does navigation of the route.

The result of the analysis showed that in the five methods of the rehearsals there were differences in corners where mistakes were easily made, the number of mistakes made at corners of the routes, and so on. Video rehearsal shows a normal result in any kind of space. Map rehearsal shows a good result in the homogeneous space where the crossroads continue. Text rehearsal is effective in a simple route, and it needs short time. As VR walk-through rehearsal is similar to the video rehearsal, it shows a good result in a route with many landmarks.

#### 1. まえがき

近年、人間が取り扱う情報の多様化、複雑化が著しく進行しており、これらの情報空間を効果的にナビゲートする支援技術の確立が求められている。しかし、現在は様々な方法が試行錯誤されている段階であり、有効な方法を確立するためにはさらに広範な研究が必要である。この様なナビゲーションに関する研究は、人間が空間に関する情報をどのように記憶しているかという問題と密接に関わっている。

ナビゲーション支援を解決する為の研究課題の一つとして、あらかじめ経路を記憶しその後実際に移動するというリハーサル問題がある。リハーサルには、実際のルートを何らかの情報

に支援されてたどる方法と、実空間に関する何らか情報を表現した仮想空間でルートを事前に学習する方法が考えられ、これを行うことで、過去に一度も通ったことがないルートでも、何度も通ったのと同様にナビゲートできる状態となる。

筆者らはこれまで、現実の都市空間における歩行者のナビゲーションのための情報行動を分析し、行動パターンの抽出を行うとともに(緒方, 黒川, 材野 1995)、都市における街路や建物等をコンピュータ上に構築した空間で、被験者にいくつかのタスクを与えてウォークスルーさせ、空間構造がナビゲーションに与える影響について考察を行ってきた(緒方, 黒川

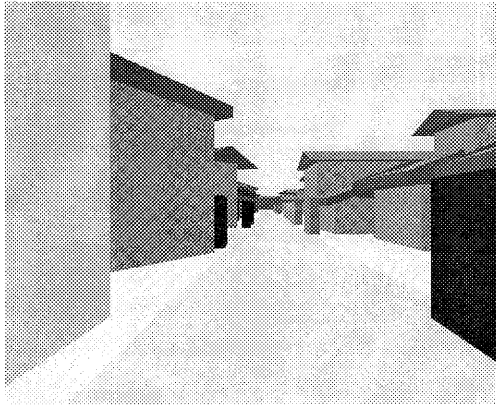


Fig.1 The WTK image example presented in the experiment.

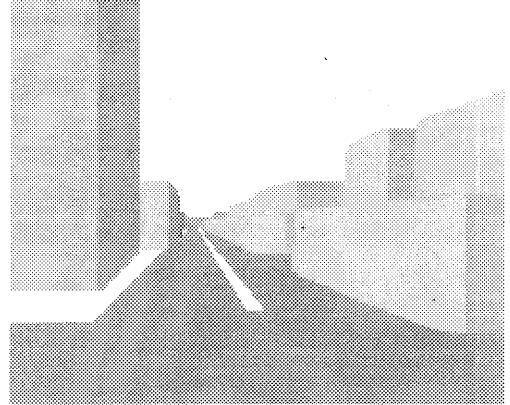


Fig.2 The WTP image example presented in the experiment.

1996) (緒方, 黒川 1997) (佐々木 他 1998) (井端 他 1998).

ここでは、あらかじめルートを記憶し実際の移動時に道を間違わずに目的地に到達するには、どの様なリハーサル法が有効であるかを検討する。

## 2. ナビゲーション・リハーサル実験

### 2.1 実験方法

実験において被験者は、あらかじめ与えられた情報を基に経路を記憶し、その後実際の都市空間内を出発点から目的地までナビゲーションするタスクを行った。

実験に用いたリハーサルは、コンピュータ上に構築した仮想の都市空間をウォークスルーするWTK及びWTP、ビデオ、地図、文章の4種類である。

●WTK, WTPリハーサル コンピュータ上に構築した都市空間をウォークスルーするリハーサルである。仮想都市空間は、京都市発行の1/2500の都市計画図をベースとし、階数や屋根形状については現地取材を行って構築した。WTKは、町並みに5色を使用し、1階と2階の区別、傾斜のついた屋根などを採用した。WTPは建造物を単色(白色)の柱状のポリゴンで表現し、ランドマークのみカラーで表現した。経路は道路上に引かれた白線により示されている。

操作方はWTKは3Dマウス、WTPはマウスもしくはキーボードの何れかを用いた。実験

画面の一例を図1～2に示す。

●ビデオリハーサル 出発点から目的地までの経路を撮影したビデオ画像を提示し、被験者にはリモコンにより再生、停止、巻き戻し等の操作を自由に行わせた。

●地図リハーサル 京都市1/2500都市計画図をベースとして作成した。経路を示す線に加え、経路を撮影したビデオ画像から得られたランドマーク等を記載した。この地図はスタートの方向が常に上向きになるように提示した。

●文章リハーサル 経路についての情報を文章にして示したもので、方向転換する交差点毎に交差点の情報と曲がる方向を1ヶ所につき1文で表現した。ここでいう交差点の情報とは、直前に曲がった交差点からその次に曲がる交差点までの交差点数、その交差点付近のランドマークおよび交差点形状である。交差点を数えるときは右折のみの交差点も左折のみの交差点も区別しなかった。

また、実験後にアンケートを行って、難しさの度合い(1.非常に簡単～5.非常に難しいの5段階評価)、行動中にどの様な情報を利用したか(複数回答)、経路の記憶方法について回答を得た。

### 2.2 実験対象地区

実験対象地区は、京都市左京区の下鴨神社と北大路通りに囲まれた東西約700[m]、南北約500[m]の住宅地である。この地区は以下のような特徴がある。

- ① 地区全体が似たような景観である
- ② 個人商店はあるが商店街は含まれていない
- ③ 家屋が密集した地区である
- ④ どの通りも幅員10[m]以下で、一部未舗装道路もある
- ⑤ 次の交差点まで最長30[m]程度である

実験ではこの区域に図3に示す4つのルートを設定した。ルート1は最も簡単なコースとして設定し、ルート2及び3は複雑なコースとして設定した。また、ルート4は曲がる数はルート2や3と同様であるが、空間が均一なコースとした。

### 2.3 被験者および実験手順

被験者は155名（男性80名，女性75名，19～50歳）で、何れも現地には精通していない。

## 3. 実験結果と考察

### 3.1 ナビゲーション別正解率

街路ナビゲーションにおけるリハーサル毎の正解率を図4に示す。正解率とは交差点毎に正解率を計算し、平均したものである。最も成績が良かったのはビデオ・リハーサルで、次いで、WTKリハーサル、地図リハーサル、WTPリハーサル、文章リハーサルの順になった。これはほぼ提示された情報量に比例しているといえる。また、各リハーサルの学習時に参考にしたものを図5に示す。どのリハーサルにおいてもランドマークと左右の情報を用いた被験者が最も多くなっている。

男女別で見ると、WTKリハーサルと文章リハーサルは女性の正解率が高くなっており、他のリハーサルでは男性の正解率が高くなっている。

ウォークスルーリハーサルは2種類あるが、両方に共通していることは被験者がルートの記憶にほとんどランドマークと左右の方向を使用していることである。また、ランドマークの空間内での位置をあ

らかじめ学習できるので、ランドマークの見落としは少なかった。結果としてはWTKの方が成績は良かったが、これはWTP比べてランドマークが正確に描かれていたことによるものであると思われる。WTPはランドマークを単色のオブジェクトで表示したが、WTKではランドマークのオブジェクトにテキストチャーを添付することで認識しやすいようにしたことが、影響していると思われる。

ビデオ・リハーサルは今回行ったリハーサルの中でもっとも成績が良かった。このリハーサルはルート学習時の特徴として、数多くの被験者がランドマークと左右の情報以外には「風景」を参考にしたと答えており全体の47%を占めた（複数回答）。この場合ルートを正確に記憶できていなくても、その場所に行けば見覚えのあるほうに進めばいいので正確にナビゲーションが行えた。しかし、他のリハーサルが実験者によって作られたものであるのに対して、このリハーサルは実際の風景を撮影したものであるため単純に他のものとは比較できない。また、情報が多すぎるが故に誤りを起こすこともあった。

地図リハーサルを行った被験者は、ランドマークと左右の情報以外に、交差点の数、ルートや交差点の形状を記憶している被験者が目立っ

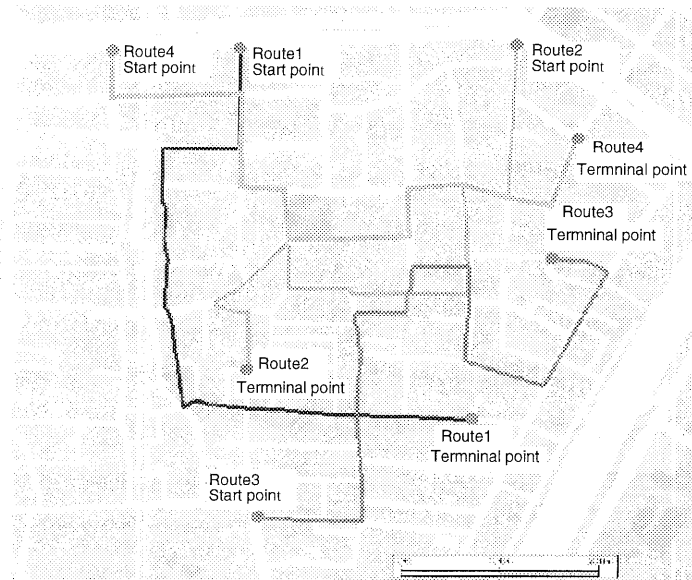


Fig.3 The four routes used in the experiment.

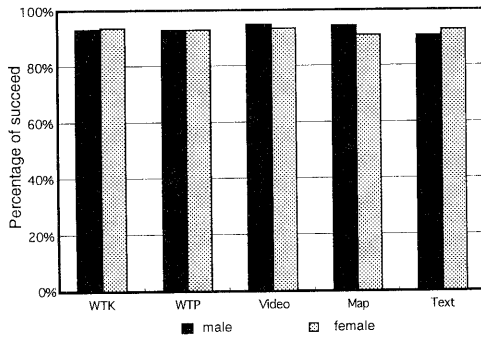


Fig.4 Percentage of succeed in each method of rehearsal.

た。特にルート1の形状を学習時に参考にした被験者は25%であった(複数回答)。他のリハーサルではほとんどルート1の形状を参考にしていないため、これは地図リハーサルの特徴であるといえる。正解率に関しては男性が女性に比べて高い正解率を示している。

文章リハーサルを行った被験者は、交差点の数と左右の方向とランドマークを記憶する割合が多く見られた。他には交差点の形状や文章をそのまま記憶した被験者もいた。文章リハーサルは今回行った5種類のリハーサル中、もっとも成績が悪かった。このリハーサルではルート3の最後の転換点で適当なランドマークが存在しなかったために、リハーサルの際に1つ先の交差点にあるランドマークを提示し、そのひとつ手前を曲がるように指示した。このため、ランドマークだけを記憶し、手前という部分を忘れてしまった被験者が数多く発生し、成績を悪化させた。また、ルート2の4番目の交差点においても「右斜め前」という表現に対し、「右」とだけ記憶していた被験者が、その次の交差点で右にまがり、転換点がひとつずれるなどの間違いが発生した。文章リハーサルは、地図とは反対に女性の方が圧倒的に男性よりも成績が良かった。

### 3.2 ルート別の正解率

ルート毎の正解率を図6に示す。正解率に関してはルート1の成績が最も良くなっている。そして、ルート2、ルート3、ルート4と続く。しかし、男女別で見た場合、ルート1が最も優れているのは同じであるが、その他の順番が男

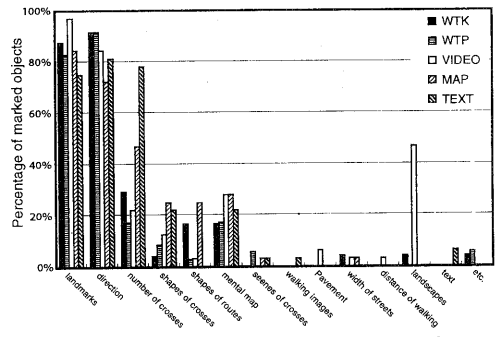


Fig5. Percentage of marked objects in each method of rehearsal.

性と女性で異なっている。

ルート1は全ルート中最も成績が良かった。しかし、他のルート1の転換点が7~8ヶ所あるのに対してこのルートは3ヶ所しかないため、成績が良いのは当然といえる。通過する交差点は多いが、転換点は前から順に2つめ、1つめ、突き当たりとなっているために、間違いを起こす被験者は少なかった。ルート1では女性が男性に比べて高い正解率を示している。

ルート2は転換点の数が多く、ルートも複雑であった割には成績が良かった。原因として考えられるのは、ほぼすべての転換点に適当なランドマークが存在したことである。このため、ランドマークと左右の方向さえ記憶していれば、ゴールまで辿りつくことが可能であったと考えられる。

ルート3には2箇所の難所がある。1つ目は未舗装路部分であり、2つ目はランドマークがその転換点よりも1つ先にあるところである。未舗装路部分はビデオ・リハーサル以外のリハーサルではルート学習時に情報として与えられていないために、多くの被験者がそこで立ち止まりながらも通過する場面が多く見られた。また、ランドマークが1つ先にある転換点では、ランドマークのみを覚えていてひとつ手前というのを忘れてしまった場合や、幅員が急に狭くなるために進入しにくかった場合。ルート1の中心を歩いていけば見えたのであるがルート1の端を歩いていたためにランドマークを見落としてしまった場合などがあつた。男女別の成績はほとんど差が見られなかった。

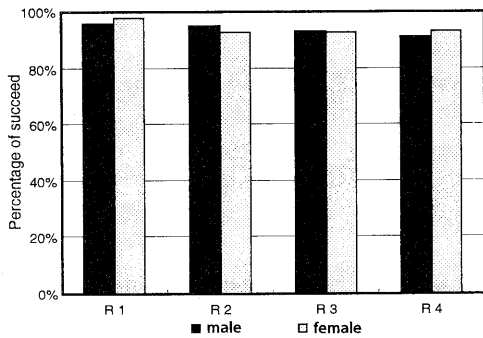


Fig6. Percentage of succeed in each route.

ルート4では正解率は全ルート中最低となった。このルートは周囲の環境が変化に乏しく交差点も十字路を通過したり曲がったりすることが多いために、一度間違ってしまうと復帰しにくいということが原因と考えられる。

全体として男性と女性では、リハーサルを行う際にも、ナビゲーションを行う際にも注目するものに違いが見られる。全体的に男性のほうが良い成績だが、ルートやリハーサルによって特性は異なる。ルート別ではルートの形状が比較的簡単で似たような交差点を数多く通過するようなルート1やルート4で女性の成績が良く、ルートの形状が複雑で交差点毎に特色があるようなルート2やルート3では男性の優位性が見られる。また、ルート3のみに与えられた復路ナビゲーションの課題でも男性の結果が優れていた。一般的にルートを知る際に女性は目印やランドマークなどの言語知識で、男性はルートや交差点の形状などの空間知識で記憶すると言

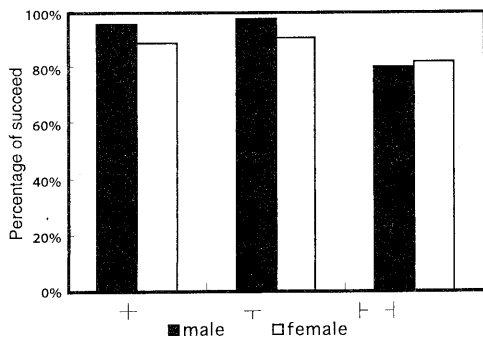


Fig7. Relationship between the shapes of cross and percentage of succeed.

われている。ルートの形状が比較的簡単ということは交差点の形状やルートの形からルートを進めることは困難である。たとえば、基盤の目に道路が存在する場合、交差点の形でルートを記憶するのはほとんど無意味であり、交差点毎の目印を参考にするか、通過する交差点の数を参考にするのが一般的である。これに対して、ルートや交差点に特徴のある変則的なルートの場合、その形状を利用するのは都合が良い。例えば交差点の数でルートを進めようとすると、途中でルートを外れた場合や記憶がおろそかになった場合、正しいナビゲーションを行うことは困難である。この特性は復路ナビゲーションを行った場合に特に有効で、結果にも現れている。

### 3.3 交差点形状別の正解率

転換点のみの交差点毎の正解率を図7に示す。この結果から、正解率は“+”型交差点が最も高く、次いで十字路、“⊕”型交差点の順となっている。

検定の結果、“+”型交差点と十字路に有意差はなかったが、これらと“⊕”型交差点の正解率の差は共に有意であった。原因としては“⊕”型の場合、交差点としての認識が弱いことが考えられ、交差点の数などで転換点を記憶していた場合に、“⊕”型では交差点を見逃したり、左右に伸びる道が少しずれている場合に交差点数を1つとするのか2つとするかの判断が難しかったためである。

また、このような交差点の特徴として左右に伸びる道の幅員が狭いことも影響していると考えられる。

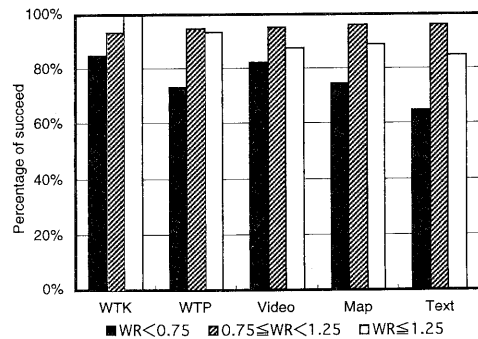


Fig8. Relationship between the ratio of road width of the next link and percentage of succeed.

### 3.4 幅員比別の正解率

幅員比別の正解率を図8に示す。幅員比は転換点通過前の道路幅員に対する通過後の道路復員の比である。幅員がナビゲーションに及ぼす影響は大きく、特に幅員比が小さくなる場合には誤りの数は増加する。方向転換後の幅員が狭い場合、その交差点に自信がないとその前後の交差点に移動してしまうためである。これは、緒方他(1997)の結果とも一致する。しかし、幅員比が大きくなる場合にも誤りはわずかに増加する。これらのことより、現在の幅員から変化が起こる場合にはその時点でもう一度ルートの確認を行い、その結果が正しいと判断されたときにその交差点で曲がるということが考えられる。

リハーサル別では、文書リハーサルで学習した被験者が幅員比の小さい場合に多くの誤りを発生させており、WTKとWTPや地図リハーサル、ビデオ・リハーサルで学習した被験者は前もって転換点の空間構造を学習しているために、転換後の幅員が大きく変化していてもあまり影響を受けなかった。

### 4. まとめ

ビデオ・リハーサルはすべてのルートで高い正解率を示した。情報量は最も多く、アンケートで解答したもの以外にも多くの情報を記憶していた可能性は高い。このため、どのような空間においてもあまり誤りを起こさないが、情報量が多すぎるために、被験者が情報をうまく取捨選択できない場合もあった。

地図リハーサルはルート形状や交差点形状などの空間的な情報が把握できるために、ルート4のように均質な空間で効果があった。

文書リハーサルは与えられる情報が最も少なく、ランドマークと左右の方向、通過する交差点の数、交差点形状に関する情報のみである。これらの情報はルートに変化が少ない場合には効果があったが、リハーサルの際に与えられていない他の情報についての変化があると、誤りを発生することが多かった。

WTK、WTPのウォークスルーリハーサルは、同じような傾向が見られた。画面の構成はビデ

オと類似しているが結果は異なり、ルート2のように転換点の多くにランドマークが存在するルートの場合に良い結果が得られた。しかし、一般的にビデオやVRウォークスルーのような画面表示では通過交差点数を数える者は少なく、ルート4のように均質な空間では交差点の数が大きな情報源となるため誤りが多かった。

男女差に関してはかなり多くの部分で違いが見られ、男性が空間構造を重視するのに対して女性は基本的にランドマークを記憶している傾向があった。また、男性がサーヴェイ・マップを構築する傾向があるのに対して、女性はルート・マップを生成する傾向にあった。

今後は、ビデオより成績は低かったものの更なる発展が望めるウォークスルーリハーサルの精緻化を進めた実験を行うと共に、複合的な情報提示等を行って、より効果の高いリハーサルについて研究を進めていく予定である。

### 謝辞

本研究の一部は文部省科学研究費補助金 No.11878061によった。

### 参考文献

- 緒方, 黒川, 材野 (1995) 都市空間における歩行者のナビゲーション行動分析, 第11回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集, 775-782
- 緒方, 黒川 (1996) ナビゲーション行動に対する空間構造の影響, 第12回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集, 655-660
- 緒方, 黒川 (1997) ナビゲーション行動に対する空間構造の影響, -その2 提供情報とナビゲーション-, 第13回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集, 583-586
- 佐々木, 井端, 岸本, 緒方, 森本, 黒川 (1998) 仮想空間でのナビゲーション・リハーサルにより作られる認知地図と実街路における効果, Technical report of IEICE. HIP97-49, 55-62
- 井端, 佐々木, 岸本, 緒方, 森本, 黒川 (1998) 街路ナビゲーション特性に対するリハーサル法の影響, ヒューマン・インタフェース News & Report Vol.13 No.2 315-320