

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	経路探索に有効な視覚情報とその抽出傾向に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	添田昌志
Author(English)	masashi soeda
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第4431号, 授与年月日:2000年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:
Citation(English)	Degree:Doctor of Engineering, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第4431号, Conferred date:2000/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:
学位種別(和文)	博士論文
Type(English)	Doctoral Thesis

経路探索に有効な視覚情報とその抽出傾向に関する研究

添 田 昌 志

目 次

第1章 序論	1
1-1 研究の背景	2
1-2 既往の研究	3
1-3 研究の目的	8
1-4 論文の構成	9
第2章 経路上の視覚的特徴が経路探索に及ぼす影響	14
2-1 本章の目的	15
2-2 視環境シミュレータ	16
2-3 経路探索行動実験	19
2-4 結果と考察	26
2-5 まとめ	31
第3章 経路探索の方略の個人と環境による違い	33
3-1 本章の目的	34
3-2 経路探索行動実験	35
3-3 結果と考察	41
3-4 まとめ	50
第4章 方向把握と経路探索に利用される情報	52
4-1 本章の目的	53
4-2 同一平面内の移動における方向把握	55
4-3 上下方向の移動を含む経路における方向把握	61
4-4 上下方向の移動を含む経路探索	65
4-5 まとめ	75

第5章 視覚情報が方向の再認識に及ぼす影響	77
5-1 本章の目的	78
5-2 出発地点探索実験	79
5-3 結果と考察	89
5-4 まとめ	94
第6章 結論	95
6-1 結論	96
6-2 今後の課題	98
発表論文	99
参考・関連文献	100
謝辞	106

第1章

序 論

1-1 研究の背景

1-2 既往の研究

1-3 研究の目的

1-4 研究の構成

1-1 研究の背景

近年、大規模で複合的な建築物や地下街などが増加しており、そのような空間において我々は、しばしば自分の位置や目的地を見失ったり、間違った場所に行ってしまうなどし、不安感やストレスを感じることもある。このような現象は、空港や病院、地下街などを対象としたPOE (Post Occupancy Evaluation) 事例^{文1-1) ~ 1-5)}によっても確認されているところである。したがって、より分かりやすい空間を計画すること、もしくは、そのための指標を示すことは重要な課題であるといえる。しかしながら、その一方で、同じ空間においても、ある人は迷うことなく目的地に辿り着けたのに、ある人は途中で分からなくなり迷ってしまったといったことや、何度行った場所においても迷ったり間違ったりしてしまうなどといった、俗に「方向音痴」*などと呼ばれる人が存在することもよく耳にするところである。このような人達の存在は、分かりにくさの原因が必ずしも空間側だけにあるとは限らないということを示唆している。

一般に経路探索は、「環境の情報が不足している事態、あるいは学習水準が低い場合における経路選択」を指し、主として、「環境の物理的条件と、行為主体である人間の持ち得る情報」によって成り立っている^{文1-6)}。経路探索時において人間は、環境にある多様な情報の中から意識的あるいは無意識的に何らかの情報を抽出し、それを経路探索の「てがかり」として利用する。ここで、「当該環境の物理的存在の何が読み取られそれがどのように解釈されるかは、客観的な存在そのもの、行為主体の環境能力を含む主体側の条件、ならびに両者の相互関係によるもの」^{文1-6)}と考えられ、ゆえに、経路探索の様相は、同じ人でも環境によって、同じ環境でも人によって様々であると考えられる。したがって、空間の分かりやすさを考える際には、経路を記憶し探索する際に人が環境から抽出し利用する情報が、空間構成などの環境条件や個人によってどのように異なっているのか、その相互関係を捉えて人間行動を理解する必要があると考える。

※ 「方向音痴」とは、何度も通った道でも迷ってしまったり、大きなビルや地下道から外に出た時などに方角が分からなくなったりするような、方向感覚が欠如している状態を表現する用語。方向音痴の人は道に迷いやすいだけでなく、迷った時に強い不安や心理的パニックに陥りやすいことが指摘されている。^{文1-7)}

1-2 既往の研究

1-2-1 既往研究の分類

既往の経路探索を含めた空間認知に関する研究は、Lynch^{文1-8)}以降、さまざまな観点から数多くの研究がなされてきた。それらを、環境への習熟度、人間の行動、環境のスケールから分類したものが表1-1である。

環境のスケールとしては、都市スケールでの行動を扱ったものから、ある建築空間内のスケールを扱ったもの、さらには、それらの中間的なスケールであるキャンパスや地下街、巨大迷路について扱ったものまで様々である。

環境への習熟度の違いは、すなわち、問題とする人間行動を成り立たせる情報の知覚や認知過程の違いとして捉えることができる。未知の環境を扱った研究は、未知の目的地へ導くサイン情報の知覚や人があらかじめ持っている環境に対する予期図式を問題としており、熟知した環境を扱ったものは、積み重ねられた経験に基づいてある環境をどのように認知しているかその構造を問題としているといえる。これに対して、本研究と同様の不慣れな環境を対象とした研究は、未分化な環境における情報の抽出・認知過程およびその行動時の利用過程を問題としている。このような情報の知覚、利用の過程はその行動目的によっても異なるため、各研究ではそれぞれ表に示すようなある特定の人間行動に着目した上でその問題について議論している。ここで、不慣れな環境における経路探索行動もしくは空間認知を扱った研究は、その目的から、心理プロセスの解明に関するもの、空間構成との関係に関するもの、個人差の問題に関するものの3つに分類することができ、以下の章ではそれらについて個別に述べることとする。

ここに分類した研究以外には、老人^{文1-9)}や視覚障害者^{文1-10)、1-11)}、子供^{文1-12)}などのある特定のユーザーグループに着目しその行動特性を明らかにするものや、火災等の非常時・避難時における経路選択行動と空間構成要素との関係を扱ったもの^{文1-13)～1-15)}などがある。

表 1-1 経路探索・空間認知に関する主な既往研究

環境の習熟度		未知	不慣れ				熟知
行動		目的地 探索	Route ←————→ Survey				認知構造 経路選択 傾向
			特定経路 の探索	出発点帰 着	方向指示	全体把握	
環境の スケール	建物内	渡邊 (1992)	舟橋 (1991a) O'neill (1992) Anoosihan (1996)	中村 (1998)	Lawton (1996)	Peponis (1990) Montello (1994) 船越 (1999)	Moeser (1988)
	地下街 キャンパス 迷路	松下 (1991)	蒲地 (1988)		Rossano (1999)	舟橋 (1985)	宮本 (1992)
	都市	中村 (1985) 日色 (1994)	Heft (1979) 竹内 (1993)	舟橋 (1991b)	Kozlowski (1977) Sholl (1988)	Golledge (1993) Tlauka (1996)	Lynch (1960) Appleyard (1969) 舟橋 (1991c)

1-2-2 心理プロセスの解明に関する研究

人間の空間認知の心理的プロセスについて、SiegelとWhite^{文1-16)}やThorndyke^{文1-17)}は、まず個々のランドマークの認知と記憶が行われ (landmark knowledge)、次に複数のランドマークの系列によって1本のルート of 表象 (route knowledge) が形成され、最終的に複数のルートやランドマークの関係が統合されて平面的構成的な表象 (survey knowledge) が形成されるとした。この考えに基づいて、FoleyとCohen^{文1-18)}は、ある環境において経験の少ない人はルートのイメージを持っているのに対し、経験の多い人は地図的なイメージを持っていることを示し、Kirsic^{文1-19)}は、ある環境での経験が多い人は少ない人に比べ平面の位置関係を尋ねるテストの成績が良いことを示した。一方で、このようなルートマップ的知識からサーベイマップ的知識への発達に疑問を呈する研究も見られる。Mooser^{文1-20)}は2年の経験がある看護学生においてもルートマップ的には正確な把握が成されているものの平面的な構成に関する知識がほとんどないことを明らかにし、Giraud^{文1-21)}は環境のある目的地への移動 (ナビゲーション) を通して学習した場合には必ずしも経験の増加が平面的な位置関係把握の正確性の向上には結びつかないことを示し、Anoshkin^{文1-22)}もルートの手がかりに基づいて環境を学習するように教示された人はサーベイマップ的な知識をほとんど獲得できないことを示し、個々の空間知識は相対的に独立であると述べている。これらの結果を受けて、Rossano^{文1-23)}はどのようなタイプの空間知識が得られるかは、その環境の性質、人間の行動目的、空間情報を読み取り記憶する過程によるとしている。

このような頭の中に形成される表象の媒介を前提とした認知的構成的な空間認知モデルに対して、Heft^{文1-24)}はGibson^{文1-25)}の「人間が環境を移動する際には、前方に新しいヴィスタが開け、今までのヴィスタは後方に退いていく。あるヴィスタから別のヴィスタへの転換点はそれぞれ独特の変化の情報を与える。」という生態学的視覚論に基づき、経路探索を認知過程ではなく知覚過程の問題として扱い、ある経路のVTRをその曲折点を入れ替えるなどして提示した実験から、経路に関する明確な表象が形成されていない場合でも経路探索が可能であることを明らかにした。

この他にも、国内において、人間の行動プロセスの解明という観点から、舟橋^{文1-6)、1-26)、1-27)}は大学内の建物や住宅地における実験により、初期情報の与え方や教示条件によって経路探索行動および空間把握がどのように異なるのかを探求し、松下^{文1-28)}は、巨大迷路における実験から経路探索行動のモデル化を、日色^{文1-29)}は、都市空間における経路探索行動実験のプロトコル分析から、経路探索行動のライン表記とモデル化を試みている。

1-2-3 空間構成との関係に関する研究

空間構成と経路探索行動との関係を扱った研究の先駆けとして、Weisman^{文1-30)}は経路探索行動に影響する空間構成要素を、「サイン」、「建築的分節」、「知覚的接近可能性」、「平面形状」とし、そのうち「平面形状」に関して、大学キャンパス内の建物を対象としたアンケート調査から迷いの発生回数と関係があることを明らかにしている。この他にも平面形状について扱った研究は多く見られ、O' Neillは、大学図書館での歩行実験から、分かりやすさの指標として経路分岐点における選択可能な経路数に基づいた計算モデル(ICD)を提案し、ICDが大きいほど経路探索時の迷いや間違いの発生が多くなることを示し^{文1-31)}、さらには、コンピュータシミュレーションを用いた経路探索実験からプランの複雑さと人間の習熟度が経路選択に要する時間などパフォーマンスに影響することを示している^{文1-32)}。Peponis^{文1-33)}やHaq^{文1-34)}はスペースシンタックス理論を用い、迷いや間違いの発生しやすい空間についてその結節の特徴から議論している。蒲地^{文1-35)}はコンピュータシミュレーションによる歩行実験を行い、経路探索時における被験者の地図を見る頻度から経路パターンに基づく記憶負荷量の数理モデルを提案し、四茂野^{文1-36)}は同様に経路の分岐数や分岐角度に基づいた経路の記憶コストモデルを求めている。船越ら^{文1-37) ~ 1-39)}は、病院や美術館において、建物の平面図を廊下や部屋のパーツに分解しそれをその建物を一定時間探索した被験者に再構築させるというパズルマップ手法を用い、空間の分かりやすさを論じている。

「サイン」と経路探索行動との関係について、Best^{文1-40)}は経路選択点におけるサイン情報が迷いや間違いの発生の軽減に有効であることを示し、Corlett^{文1-41)}はサイン情報の分かりやすさと設置場所が経路探索に要する時間に影響することを示した。一方、Carpman^{文1-42)}は病院の通路における過度のサイン情報が経路探索の探索の成績に悪影響を及ぼすことを明らかにし適度な量のサイン情報が利用者のストレスを軽減すると論じている。また国内においては、渡邊^{文1-43)}が公共施設において、初めての来訪者(未知の目的地の探索)を対象として、サイン情報の密度と経路探索行動との関係を求めている。

「知覚的接近可能性」については、Garling^{文1-44)}知覚的接近可能性が経路記憶に要する時間に影響することを示し、Carpman^{文1-45)}が病院のエントランスにおいてはサイン情報よりも知覚的接近可能性がより重要であることを示している。

1-2-4 個人差の問題に関する研究

空間認知の個人による違いに関する研究としては、主に心理学の分野を中心に行われている。Kozlowski^{文1-46)}は、ある経路を移動しその終着点から出発点の方向を指示させるという方向指示実験の正確さは個人によって異なっており、それが被験者に自らの方向感覚を自己評定させるというテスト（方向感覚自己評定テスト）の結果と相関があることを明らかにした。これ以降心理学の分野では、方向感覚自己評定テストと3次元空間の理解・認識度や人格特性などを測定するテストとの相関を求めた研究が数多くなされている^{文4-2) ~ 4-6)}。この中で、実際の経路探索行動との関係について扱った数少ない研究として、竹内ら^{文1-52)}は、団地内における経路探索実験から、方向感覚の良し悪しによって経路記憶に用いる手がかりや経路探索の成績が異なることを見い出している。Lawton^{文1-53)、1-54)}やGalea^{文1-55)}は、男女間の空間認知方略の違いについて探求し、経路記憶時において女性はルートマップ的な把握を男性はサーバイマップ的な把握をより正確に方向を指示できる傾向があることを明らかにしている。中村^{文1-56)}は未知の地域を探索する際の方略について、個人により、常に出発点を基準とする「中心依存型」と、全体の外枠を基準とする「周辺枠依存型」の2タイプがあることを示している。

※「人間の知的な諸能力のなかで、空間的な方略の使用によって問題解決を行う時に機能する能力のこと」^{文1-7)}で、ペーパーテストで測定される。代表的なものに、「3つの山課題」などがある。

1-3 本研究の目的

経路探索は、「環境の情報が不足している事態、あるいは学習水準が低い場合における経路選択」を指し、主として、「環境の物理的条件と、行為主体である人間の持ち得る情報」によって成り立っている^{文1-6)}。経路探索時において人間は、環境にある多様な情報の中から意識的あるいは無意識的に何らかの情報を抽出し、それを経路探索の「てがかり」として利用する。ここで、「当該環境の物理的存在の何が読み取られそれがどのように解釈されるかは、客観的な存在そのもの、行為主体の環境能力を含む主体側の条件、ならびに両者の相互関係によるもの」^{文1-6)}と考えられ、ゆえに、経路探索の様相は、同じ人でも環境によって、同じ環境でも人によって様々であると考えられる。したがって、空間の分かりやすさを考える際には、経路を記憶し探索する際に人が環境から抽出し利用する情報が空間構成などの環境条件や個人によってどのように異なっているのかを系統的に把握したうえで議論する必要があると考える。

不慣れな環境における経路探索行動もしくは空間認知を扱った既往研究においては、「環境」と「個人」の違いによる影響について、それぞれを個別に扱っており、それらの相互関係を系統的に論じたものは見られない。また、空間構成などの「環境」による影響については、その要因として経路の平面形状を扱ったものは多く見られるが、それらは認知地図など心的表象の媒介を前提とした面的で構成的な経路認知モデルに基づいて議論されたものである。しかしながら、経路探索は必ずしも頭の中に形成された経路の表象に基づいて成り立っている訳ではなく、移動に伴って継起的連続的に変化するヴィスタに基づいていることが明らかにされている^{文1-24)}。にも関わらず、そのような観点から経路探索を支援する空間構成のあり方について論じた研究は見られない。

本研究は、経路探索は人の移動に伴って変化する眼前のシーンに基づいて成立し、そこから経路探索の為の手がかりとして抽出される情報は「個人」と「環境」の相互関係によって異なると考え、その違いを系統的に明らかにした上で、経路探索を支援する環境のあり方を示すことを目的とする。

1-4 論文の構成

本論文は以下の6章より構成されている。

第1章「序論」では、研究の背景、経路探索の定義について説明し、既往の研究を整理、概説した上で、本研究の目的、構成について述べた。

第2章「経路上の視覚的特徴が経路探索に及ぼす影響」では、分かりやすい空間を構成する要素として、従来論じられることのなかった、人間の移動に伴って継起的連続的に眼前に現れる視覚的な特徴に着目し、それが経路探索に及ぼす影響について、視環境シミュレータを用い空間構成要素を系統的に操作した実験から明らかにする。

第3章「経路探索の方略の『環境』と『個人』による違い」では、経路探索時に人が環境から抽出し利用する情報は「環境」と「個人」の相互の関係によって異なると考え、第2章と同様に視環境シミュレータを用い空間構成要素を系統的に操作した経路探索実験を行い、その違いを系統的に明らかにする。

第4章「方向把握と経路探索に利用される情報」では、経路移動時の方向把握を成り立たせている方略について明らかにした上で、方向の把握を含め実際の空間における経路探索時に利用される情報の「個人」と「環境」による違いを明らかにする。

第5章「視覚情報が方向の再認識に及ぼす影響」では、方向を見失った地点において、そこで得られる視覚情報が方向の再認識に及ぼす影響と、その個人による利用傾向の違いについて、再び視環境シミュレータを用いた実験から明らかにする。

第6章「結論」では、本研究を総括し、今後の課題について述べた。

参考文献

- 1-1) Seidel, A. D. : Wayfinding in public spaces; The Dallas/Fort Worth, USA Airport, Proceedings of 14th annual meeting of the Environmental Design Research Association, Pp.129-138, 1983
- 1-2) Beaumont, P. B., Gray, J., Moore, G.T. and Robinson, B. : Orientation and wayfinding in the Tauranga departmental building; A focused post-occupancy evaluation., Environmental Design Research Association Proceedings 15, Pp.77-89, 1984
- 1-3) Carpman, J. R., Grant, M. A. and Simmons, D. A. : Design that cares; Planning health facilities for patients and visitors., American Hospital Publishing, Inc., 1986
- 1-4) 舟橋國男, 垣内真治: 梅田地区における案内・誘導サインの実態と問題点に関する研究, 日本建築学会近畿支部研究報告集, No.24, Pp.325 ~ 328, 1984
- 1-5) 舟橋國男, 福井章: 大阪梅田地区における案内・誘導サインの実態と利用者からみた問題点に関する調査研究, 日本建築学会近畿支部研究報告集, No.25, Pp.437 ~ 440, 1985
- 1-6) 舟橋國男: 初期環境情報の差異と経路探索行動の特徴 - 不整形街路地区における環境情報の差異と経路探索行動ならびに空間把握に関する実験的研究 その1 -, 日本建築学会計画系論文報告集, No.424, Pp.21 ~ 30, 1991.6
- 1-7) 空間認知の発達研究会編: 「空間に生きる」- 空間認知の発達の研究 -, 北大路書房, 1995
- 1-8) Lynch, K. : The image of the city, The MIT Press, 1960
- 1-9) 足立啓, 赤木徹也, 小林敏子: 痴呆性老人の屋内探索歩行時における連続的誘導情報の有効性について, 日本建築学会計画系論文報告集, No. 514, Pp. 87, 1998.12
- 1-10) 横山勝樹, 野村みどり: 視覚障害者の空間表象に関する研究 - 経路口述におけるスキーマの抽出 -, 日本建築学会計画系論文報告集, No.522, Pp.195, 1999.8
- 1-11) Passini, R. and Proulx, G.: Wayfinding without vision; An experiment with congenitally totally blind people, Environment and Behavior, Vol.20, No.2, pp.227-252, 1988.5
- 1-12) Piaget, J.: La psychologie de l' intelligence, Paris, Armand Colin, 1947, 波多野完治, 滝沢武久(訳), 知能の心理学, みすず書房, 1967
- 1-13) 林広明, 室崎益輝, 西垣太郎: 避難経路の想起に影響を与える空間的特徴に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集, No.476, Pp.1, 1995.10
- 1-14) 建部謙治, 鈴木賢一, 小森圭一: 単独避難の経路選択傾向 - 学校における児童の火災避難行動に関する基礎的研究 その1 -, 日本建築学会計画系論文報告集, No.515, Pp.159, 1999.1
- 1-15) 鈴木賢一, 建部謙治: 児童の学校空間認知と避難経路選択 - 学校における児童の火災避難行動に関する基礎的研究 その2 -, 日本建築学会計画系論文報告集, No.522, Pp.201, 1999.8
- 1-16) Siegel, A. W. and White, S. H.: The development of spatial representation of large-scale environments, In H. Reese(Ed.), Advances in child development and behavior, 10, Pp.10-55, New York, Academic Press, 1975

- 1-17) Thorndyke, P. W. and Goldin, S. E.: Spatial learning and reasoning skill, In H. L. Pick & L. A. Acredolo (Eds.), Spatial orientation: Theory, research, and application, Pp.195-217, New York, Plenum, 1983
- 1-18) Foley, J. E. and Cohen A. J. : Working mental representations of the environment, Environment and Behavior, Vol.16, Pp.713-729, 1984
- 1-19) Kirasic, K.C., Allen, G. L. and Siegel, A. W.: Expressions of configurational knowledge of large-scale environments; Student's performance of cognitive tasks, Environment and Behavior, Vol.16, Pp.687-712, 1984
- 1-20) Moeser, S. D. : Cognitive mapping in a complex building, Environment and Behavior, Vol.20, pp.21-49, 1988
- 1-21) Giraudo, M. and Palihous, J.: Distortions and fluctuations in topographic memory, Memory and Cognition, Vol.22, Pp.14-26, 1994
- 1-22) Anoshian, L.J. :Diversity within spatial cognition --strategies underlying spatial knowledge--, Environment and Behavior, Vol.28, Pp.471-493, 1996
- 1-23) Rossano, M.J. and Reardon, W. P. : Goal specificity and the acquisition of survey knowledge, Environment and Behavior, Vol.31, No.3, pp.395 ~ 412, 1999.5
- 1-24) Heft, H : Way-finding as the perception of information over time, Population and Environment; behavioral and social issues, 1983, pp.133-150
- 1-25) Gibson, J. J.: The ecological approach to visual perception, Boston, Houghton Mifflin, 1979, 古崎敬, 古崎愛子, 辻敬一郎, 村瀬旻 (共訳), 生態学的視覚論, サイエンス社, 1985
- 1-26) 舟橋國男:「方向感」の保持ならびに代替経路探索に関する実験的研究, 日本建築学会計画系論文報告集, No.424, Pp.11 ~ 20, 1991.6
- 1-27) 舟橋國男: 初期環境情報の差異と空間把握の特徴 - 不整形街路地区における環境情報の差異と経路探索行動ならびに空間把握に関する実験的研究 その2 -, 日本建築学会計画系論文報告集, No.430, Pp.55 ~ 64, 1991.12
- 1-28) 松下聡, 岡崎甚幸: 巨大迷路歩行実験による探索歩行のためのシミュレーションモデルの研究, 日本建築学会計画系論文報告集, No.429, pp.51 ~ 59, 1991.11
- 1-29) 日色真帆, 原広司, 門内輝行: 迷いと発見を含んだ問題解決としての都市空間の経路探索, 日本建築学会計画系論文報告集, No.466, pp.65 ~ 74, 1994.12
- 1-30) Weisman, J. : Evaluating architectural legibility ; Way-Finding in the built environment , Environment and Behavior, Vol.13, Pp.189-204, 1981
- 1-31) O'Neill, M. J. : Evaluation of a conceptual model of architectural legibility, Environment and Behavior, Vol.23, pp.259-284, 1991
- 1-32) O'Neill, M. J. : Effects of Familiarity and Plan Complexity on Wayfinding in Simulated Buildings, Journal of Environmental Psychology, No.12, pp.319-327, 1992

- 1-33) Peponis, J., Zimring, C. and Choi, Y. K.: Finding the building in wayfinding, *Environment and Behavior*, Vol.22, No.5, pp.555-590, 1990.9
- 1-34) Haq, S.: Expectation of exploration; Evaluating the effect of environmental variables on wayfinding, *Proceedings of the 30th annual conference of the Environmental Design Research Association*, Pp.84-94, 1999.6
- 1-35) 蒲地輝尚, 浅見泰司, 岡部篤行: 経路記憶に関する実験的研究; コンピュータシミュレーションによる歩行実験, 第23回日本都市計画学会学術研究論文集, Pp.7~12, 1988
- 1-36) 四茂野英彦: 経路記憶の情報量, 第24回日本都市計画学会学術研究論文集, Pp.577~582, 1989
- 1-37) 船越 徹, 積田 洋, 高橋大輔: パズルマップ法による病院の内部空間の分析 - 新しい認知マップ実験法の開発とその適用 -, 日本建築学会計画系論文報告集, No.503, Pp. 129, 1998.1
- 1-38) 高橋大輔, 船越 徹, 積田 洋: パズルマップ法による小学校の内部空間の分析 - 新しい認知マップ実験法の開発とその適用(その2)-, 日本建築学会計画系論文報告集, No. 515, Pp. 151, 1999.1
- 1-39) 高橋大輔: パズルマップ法によるミュージアムの内部空間の分析, 日本建築学会計画系論文報告集, No. 518, Pp. 137, 1999.4
- 1-40) Best, G. A.: Direction finding in large buildings, In. D. Canter (Ed.), *Architectural psychology*, Pp.72-91, London, RIBA Publications, 1970
- 1-41) Corlett, E., Manenica, I. and Bishop, R.: The design of direction finding systems in building, *Applied Ergonomics*, Vol.3, Pp.66-69, 1972
- 1-42) Carpman, J. R., Grant, M. A. and Simmons, D. A. : Design that cares; Planning health facilities for patients and visitors., American Hospital Publishing, Inc., 1986
- 1-43) 渡邊昭彦, 森一彦: サイン情報の情報密度と探索行動のばらつき度の関連分析 - 建築空間における探索行動の認知心理学的考察 その1 -, 日本建築学会計画系論文報告集, No.437, Pp.77~86, 1992.7
- 1-44) Garling, T., Lindberg, E., and Mantyla, T.: Orientation in buildings: Familiarity, visual access, and orientation aids, *Journal of Applied Psychology*, Vol.68, No.1, Pp.177-186, 1983
- 1-45) Carpman, J., Grant, M. A. and Simmons, D. A. : Hospital design and wayfinding; A video simulation study, *Environment and Behavior*, Vol.17, Pp.296-314, 1985
- 1-46) Kozlowsky, L. T. & Bryant, K. J. : Sense of Direction, spatial orientation and cognitive maps, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, pp.590-598, 1977
- 1-47) Bryant, K. J.: Personality correlates of sense of direction and geographical orientation, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.43, Pp.1318-1324, 1982
- 1-48) 谷直樹: 方向音痴の研究Ⅲ-心的回転速度とYG性格検査との関連-, 日本心理学会第51回大会発表論文集, Pp.204, 1987
- 1-49) Sholl, M. J.: The relation between sense of direction and mental geographic updating, *Intelligence*, Vol.12, Pp.299-314, 1988

- 1-50) 竹内謙彰: 方向感覚と方位測定; 人格特性及び知的能力との関連, 教育心理学研究, Vol.40, Pp.47-53, 1992
- 1-51) 増井幸恵: 方向音痴意識の高い人における往路での振り返り経験が復路と近道の wayfinding に及ぼす影響, 日本心理学会第63回大会発表論文集, Pp.677, 1998
- 1-52) 竹内謙彰, 加藤義信: 環境空間内での実際移動にもとづくルート学習過程の個人差の分析, 日本教育心理学会第35回総会発表論文集, pp.253, 1993
- 1-53) Lawton, C.A., Charleston, S.I., Zieles, A.S.: Individual and gender-related differences in indoor wayfinding, Environment and Behavior, Vol.28 No.2, pp.204 ~ 219, 1996.3
- 1-54) Lawton, C.A.: Strategies for indoor wayfinding; the role of orientation, Journal of Environmental Psychology, No.16, pp.137-145, 1996
- 1-55) Galea, L.A.M., Kimura, D.: Sex differences in route-learning, Personality and Individual Differences, No.14, pp.53 ~ 65, 1993
- 1-56) 中村奈良江: 空間探索のストラテジーの分析, 心理学研究, 第55巻, 第6号, pp.366 ~ 369, 1985

第2章

経路上の視覚的特徴が経路探索に及ぼす影響

2-1 本章の目的

2-2 視環境シミュレータ

2-3 経路探索行動実験

2-4 結果と考察

2-5 まとめ

2-1 本章の目的

本研究の目的は経路探索を支援する環境のあり方に関する指針を示すことである。従来から、「分かりやすい空間とは何か」ということについて、空間構成要素と経路探索との関係という観点から論じた研究は数多く見られる。それらの研究において扱われている空間構成要素は第1章でも述べたように、通路や経路の平面形状、サイン、知覚的接近可能性（見通し）^{文2-1）、2）}である。ところで、私達は日常経験において、例えば「タバコ屋のある角を曲がる」とか「並木道に沿っていく」などというように、必ずしも経路の平面形状やサイン情報を意識することなく1つのルートを記憶できることを体験することはないだろうか。このことに関連してHeft^{文2-3）}は、ある経路をフィルムに撮影しその曲折点の順序を入れ替えて被験者に教示するといった実験から、経路探索は人の視点の移動に伴って継起的に変化するヴィスタの連続によって成り立つことを示している。つまり、Heftは従来から言われている頭の中の認知地図ではなく、その場その場で得られるヴィスタこそが経路探索にとって重要であると述べている。この説に基づいて空間側の問題について考えると、「平面図としての複雑さ単純さあるいは分かりやすさが、通常の行動における視点からのそれらと一致するとは限らず」^{文2-4）}、空間の分かりやすさを論じる際には、俯瞰的な経路の平面形状やある特定の目的地を指し示すサイン情報といった面からのアプローチだけでは不十分であるといえるのではないだろうか。したがって、分かりやすい空間のあり方を示すためには、人間の視点移動に伴って継起的に変化するシーンにおいて、そこで何が見えるのか、何が経路探索のための手がかりとして有効なのかについて検証する必要があると考える。

ここで、人があるルートを経路探索する際の行動について考えると、それは各分岐点における方向転換（直進を含む）の選択の連続として形式化できるといえるが、実際には「『どこで、どちらに曲がるか』ということを人は強く意識して」おり、「ある特定の分岐点であるターンを選択するものとして意味付けられている」^{文2-5）}ことが明らかにされている。したがって、ある経路を探索する際には「『どこで、どちらに曲がるか』ということを視覚的な情報によって経路探索時に人は環境から何らかの情報を得ることによって曲がるべき分岐点や曲折の方向を特定しているもの」と考える。

そこで、本章は、人の視点の移動に伴って継起的に変化するシーンにおいて、分岐点や曲折の方向を特定するのに有効であると考えられる経路上の視覚的な特徴に着目し、その有無が経路探索行動に及ぼす影響について、被験者が自由に操作でき時間的空間的に連続な空間体験が可能視環境シミュレータを用い空間構成要素を系統的に変化させた経路探索行動実験から明らかにすることを目的とする。

2-2 視環境シミュレータ

視環境シミュレータは、被験者がスクリーンに映し出された模型空間の映像を見ながら手元のジョイスティックによりカメラを操作することにより、その空間内を自由に疑似歩行できるというものである。シミュレータ内に収められた街路模型は工業用内視鏡（オリンパス社製 M100-033-090-80、視野＝50° 円）を装着した CCD カメラ（Panasonic 製 CCD-01）により撮影され、プロジェクターを介して 100 インチ透過スクリーンに投影される（図 2-1 ～ 2-7）。この際にスクリーンに投影される映像は人の視点の高さから見た像となるよう模型の縮尺に応じて工業用内視鏡の高さを調整することができる。また、透過スクリーンに投影しているため、被験者は CCD カメラで撮影された元の映像とは左右が反転した映像を見ることになる。CCD カメラは、鉄製のフレーム（2.5 m × 2.2 m）に取り付けられた移動架台に装着されており、X 軸、Y 軸両方向の 2 台のステッピングモーター（オリエンタルモータ社製 EM569-NB）により範囲内（2.0 m × 1.8 m）を自由に水平移動できる。また、もう 1 台のステッピングモーター（オリエンタルモータ社製）により範囲内（左右各 720°）で自由に水平回転（見回し）することができる。これらのステッピングモーターは、専用に製作されたジョイスティックからの入力に連動するようコンピュータ（NEC 製 PC-9821NS）により制御されており、その際の入力信号は位置および視方向のデータとして 0.01 秒単位でコンピュータに記録される。

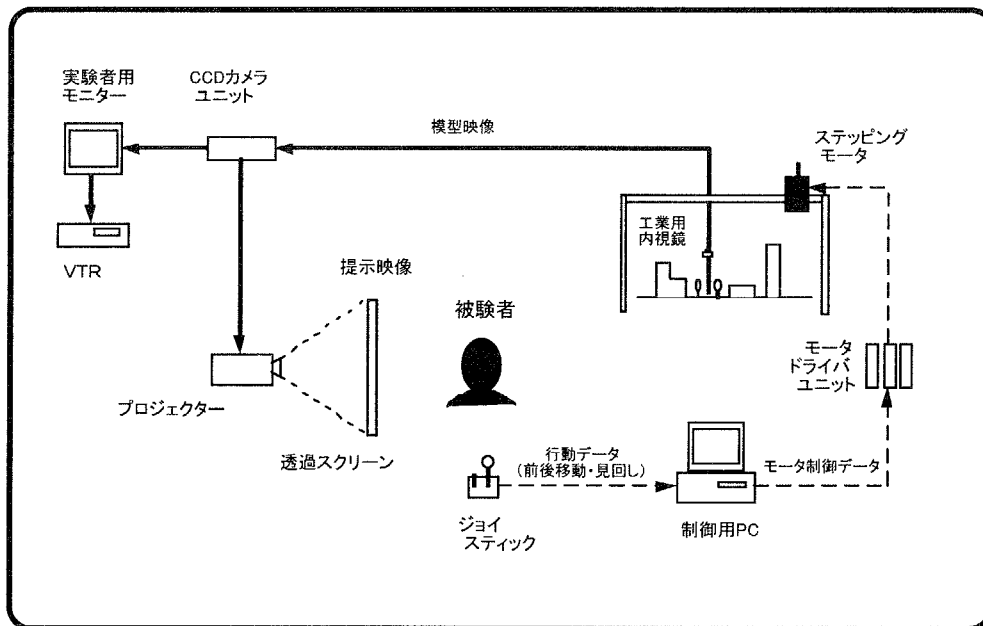


図 2-1 視環境シミュレータシステム構成図

本研究に視環境シミュレータを用いることの利点としては、以下の点が挙げられる。第一に、空間構成要素を系統的に操作した実験が可能なこと。これにより実空間では操作することが困難な建物の配置や壁面の形状など、様々な空間的变化を施した環境における行動実験の遂行が可能である。第二に、自由で能動的な視点移動により、時空間的に連続した環境シミュレーションが可能であること。このことは、人がその場その場で必要とする情報を自ら選択しその体験を基礎とする経路探索においては特に重要で、環境の断片的シミュレーションであるスライド写真や、あらかじめ撮影されたVTR等では困難である。第三に、縮尺模型を用いることにより、コンピュータグラフィック等では表現されにくい壁面のテクスチャーや陰影などがリアルタイムで忠実に表現でき、より現実に近い空間を再現することができること。第四に、被験者の視点移動や見回しの様子を装置の操作を介してコンピュータに0.01秒毎に正確に記録することができ、行動分析データとしての利用が可能であることである。

その一方で視環境シミュレータには、視覚のみを対象として身体運動を伴わないことや、工業用内視鏡の視野が狭い(50° 円) ことなどといった問題点がある。前者については、身体運動感覚に伴う方向感や距離感の保持・記憶に影響があると考えられるが、本実験は視覚情報と経路探索行動との関係を求めることが目的であり、これらの影響については後の章で改めて検証する。また、後者については、自由な見まわしを保障することによって補完されており、本研究の目的とする範囲では十分な空間体験が得られると考える。

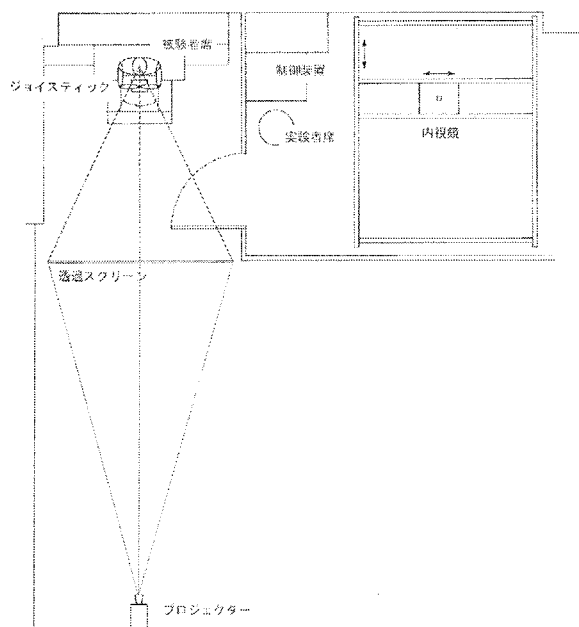


図 2-2 視環境シミュレータ平面図

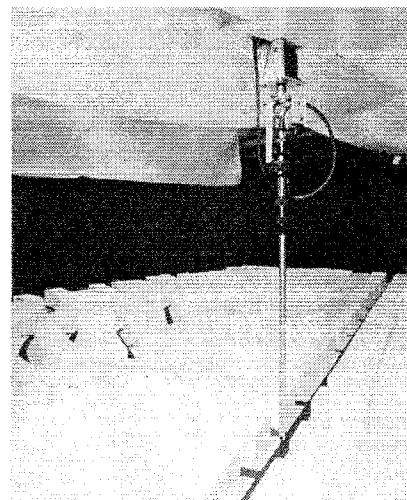


図 2-3 工業用内視鏡と街路模型

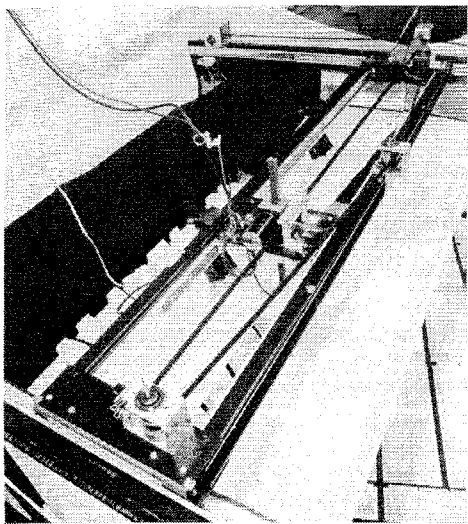


図2-4 フレームと移動架台



図2-5 制御装置

図2-6
プロジェクターと
透過スクリーン



図2-7
被験者と透過スクリーン



2-3 経路探索行動実験

2-3-1 実験の目的と方法

本実験の目的は、経路上の視覚的特徴が経路探索に及ぼす影響を明らかにすることである。そこで、経路上の視覚的特徴を系統的に変化させることのできる街路模型を制作し、視環境シミュレータを用い経路探索実験を行い、視覚的特徴の違いによって経路探索時の行動・成績がどのように異なるのかを検証する。街路模型は、その一部の建物を交換したり、通りに付加的な空間構成要素を加えることによって、視覚的特徴を操作した下記に示す3種類の街路を設定する。

1. 「特徴のない街」(= N) : 建物の高さ、形、色を統一したもの。経路の平面形状による視覚的な情報以外に特徴はない。
2. 「角に特徴のある街」(= C) : 「特徴の少ない街」の各交差点の建物を特徴的な建物に交換したもの。これは、例えば「タバコ屋のある角を曲がる」などというような場合の、経路探索時において、曲がるべき交差点を特定するための点的なランドマークでとなりうる。
3. 「通りに特徴のある街」(= S) : 「特徴の少ない街」の通りに街路樹などの通りに沿った特徴を付け加えたもの。これは例えば、「並木道に沿って進む」などというような、経路に沿った線的なランドマークであり、曲がるべき分岐点を特定する手がかりともなりうる。

以上の経路上の視覚的特徴の異なる3種類の街路において、ある経路を被験者に教示し、その後被験者自身に独力でその経路を探索させるという実験を行い、その際の行動やどの程度正しく遠くの地点まで到達できるかという経路探索の成績がどのように異なるのかを検証する。

2-3-2 街路模型

模型の制作にあたっては、まず、実際の市街地や新興住宅地の街路形態を参考にしながら、直行型の十字路だけでなく斜交型の交差点や曲線の街路などがある架空の街路を設定した。模型の縮尺はシミュレータに収納可能なこと（ $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ 以内）、内視鏡が街路を通り抜けれること、被験者による装置の操作性などを考慮して1/150とした。道幅と建物の高さは、それ自身が経路探索の手がかりとなることのないように共に5cm（7.5m相当）で統一した（図2-8、2-9）。

『特徴のない街』は、高さ7.5m相当の白い建物が街路に沿って並んでいるだけのものとし、建物の巾や奥行きも街路上からは同様に見える。『角に特徴のある街』は、『特徴のない街』の角の建物だけを、各交差点につき1つだけ特徴的な建物に交換したものであり、その特徴的建物は全体のレファレンスを与えるようなランドマークとなることを避けるため、高さは他の建物と同様に5cmに統一し、ひさしやテラス、曲面などでファサードのデザインを変えることによって特徴づけをしたものである。『通りに特徴のある街』は、『特徴のない街』の通りに街路樹やアーケードなどを付け加えたものである。それぞれの特徴的建物と特徴のある通りは、全て異なる特徴を持っている（図2-10）。

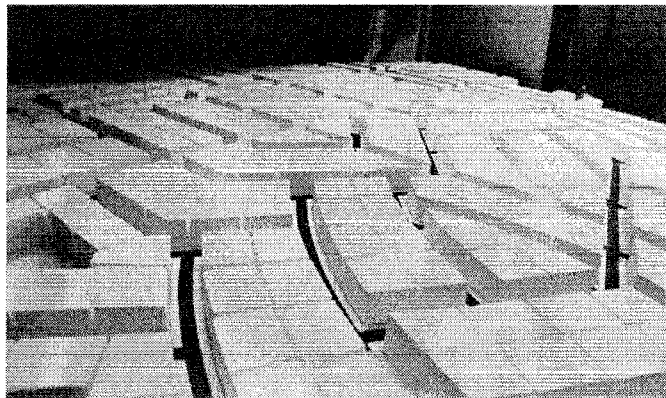


図2-8 街路模型全景

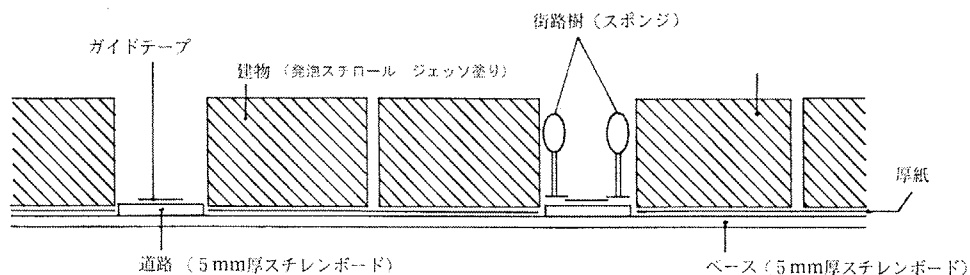


図2-9 街路模型断面図

2-3-3 予備実験

・予備実験の目的

街路模型空間における経路探索の難易度の把握と視環境シミュレータの操作性の検証を目的として予備実験を行った。本実験においては、ある1本の経路において、その経路上に視覚的特徴を付加することによって経路探索の成績が向上することを期待している。したがって、実験経路の設定にあたっては、あまりに容易すぎ成績向上の余地のないものや、複雑すぎて終着点への到達が極端に困難なものを避ける必要がある。そこで、予備実験から実験目的に妥当な経路を設定するためのデータを得心することとする。また、経路探索の途中で間違った経路を選択した際に探索を中止させる基準や、終着点に到達できない場合に実験を打ち切る時の教示回数などを検討する。

予備実験に用いた経路は、経路の平面形状による難易度の違いを把握するため、直交型の経路だけを用いたもの（予備実験経路1）と、斜交型の経路を用いたもの（予備実験経路2）である。また、本実験経路設定のための経路探索の難易度の把握という観点から、経路上に視覚的な特徴づけはせず、本実験で設定する3種類の街路のうち最も難解と思われる「特徴のない街」について行った。

シミュレータの操作性については、当初は経路移動の際に被験者が操作を誤り内視鏡が建物などにぶつかってしまうことなどが予想されたので、内視鏡の先端にセンサーを取り付け、模型上の建物に接触することのないよう一定の範囲内でしか内視鏡が移動できないよう制御することを試みた。しかしながら、センサーの感度が不安定であることや、センサーの取り付けによって内視鏡のヘッド部が大きくなり経路上をうまく通りぬけ出来なくなる、被験者が移動したい方向とは違う方向に強制的に制御されるなどといった問題点が見られたためこれを断念した。そこで、カメラの移動可能方向について、従来あった横方向への移動をなくし前進、後退及び見回しのみとし、視方向と進行方向を一致させ（見ている方向に真っ直ぐ進む）、より容易に操作できるよう改良した上で、被験者が自身の感覚で建物にぶつからないよう内視鏡をコントロールさせることとした。

・予備実験の結果

経路探索の難易度については、当初、こちらが予想していたよりもかなり少ない教示回数で終着点に到達できる被験者がおり、特に予備実験経路1においては、1回だけの教示で終着点まで到達できた例が見られた。このような場合、さらに経路に視覚的特徴を付加することによって経路探索の難易度が低くなった時に経路探索の成績が向上する余地がないので、本実験の設定としては不適である。したがって、本実験ではさらに長く複雑な経路を設定する必要があるものと思われる。

シミュレータの操作性については、実験中に操作ミスにより内視鏡が建物にぶつかるなどといった例は見られなかった。また、操作自体に過度の注意や集中が要求され経路の記憶に支障をきたすといったことも危惧されたが、事前に数分間練習することによって問題なく操作できるようになり、実験後の被験者へのインタビューでもそのような意見は聞かれなかった。よって、本実験においても同様の操作方法で臨むこととした。

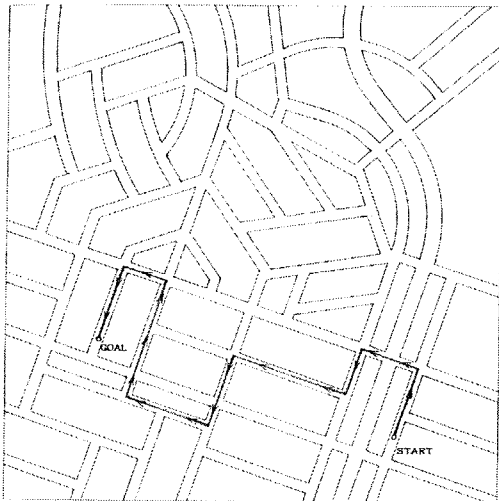


図 2-12 予備実験経路 1

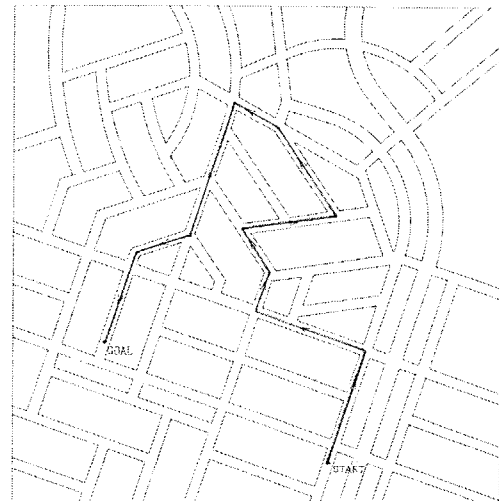
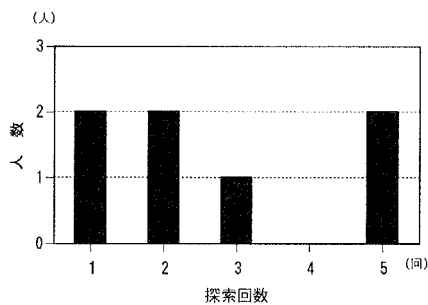
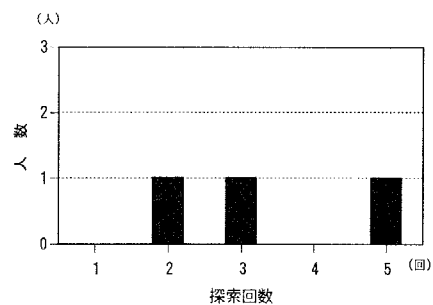


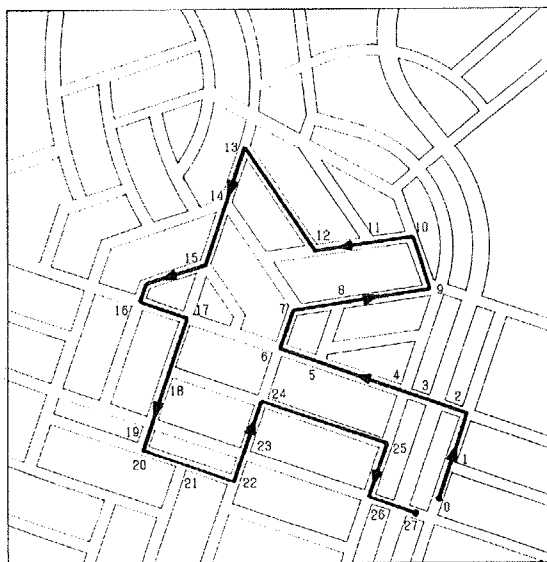
図 2-12 予備実験経路 2

図 2-13 終着点到達までに
要した経路探索回数（経路 1）図 2-14 終着点到達までに
要した経路探索回数（経路 2）

2-3-3 実験の手順

予備実験の結果を踏まえて、本実験に用いる実験経路を設定した(図2-10)。経路としては直行型と斜交型の交差点を併せ持ち、全交差点数は27、曲折点(左右どちらかに曲がるべき交差点)の数は15である。経路の出発点から順に終着点まで各交差点に番号をつけた。この経路上の空間構成要素を変化させることにより3種類の視覚的特徴の異なる設定を作成し、各設定においてそれぞれ異なる被験者を用いて、この経路を教示した後に被験者自身に独力で同じ経路を探索させるという実験を行う。「特徴のない街」は街路模型上の全ての建物の高さ、形、色を統一し、経路上には経路の平面形状による見えの違い以外に特に視覚的な特徴は与えないもの、「角に特徴のある街」は経路上の各交差点の建物をひとつだけ特徴的な建物に置き換え各交差点に視覚的な特徴を与えたもの、「通りに特徴のある街」は経路上の通りに沿って街路樹や垣根などの空間構成要素を付加し、通りに視覚的な特徴を与えたものである。

詳細な実験の手順は以下のとおりである。まず、装置の操作練習を被験者が操作に習熟するまで行い、その後、実験内容に関する説明をし実験経路の教示を行う。経路の教示は、あらかじめ実験者が作成した教示用データによって実際に模型上で工業用内視鏡を動かすことによって。この際、被験者は手元のジョイスティックにより、任意の地点で内視鏡を停止させ自由に周囲を見渡すことができる。経路教示後、5分間隔をおいてから、教示された経路を出発地点から探索歩行させる。被験者が誤って教示経路から2ブロック以上外れた場合には、もしくは、被験者自身が探索を諦め



数字は交差点番号を表す

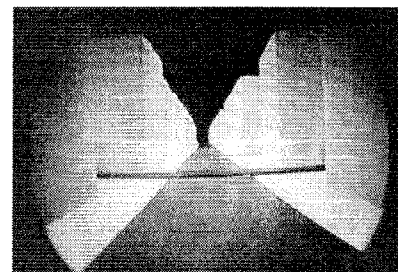
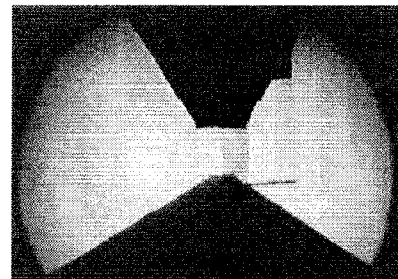


図2- 実験経路と「特徴のない街」の街路風景

た場合には、そこで一旦探索を中止させ、再度経路を教示したうえで、改めて出発点から探索歩行させる。この教示と探索は、5回を限度として、教示経路どおり終着点に辿り着けるまで繰り返させる。また、探索歩行終了後、被験者に自らが歩行した経路のスケッチマップを描かせる。被験者としては20歳以上の大学生男女を各設定毎に6名ずつ計18名を用いた。

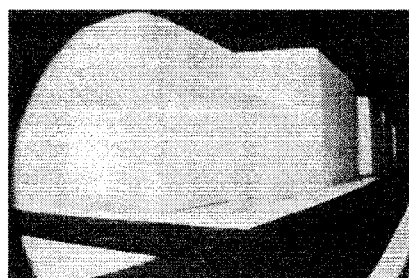
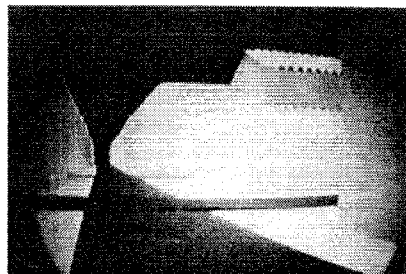
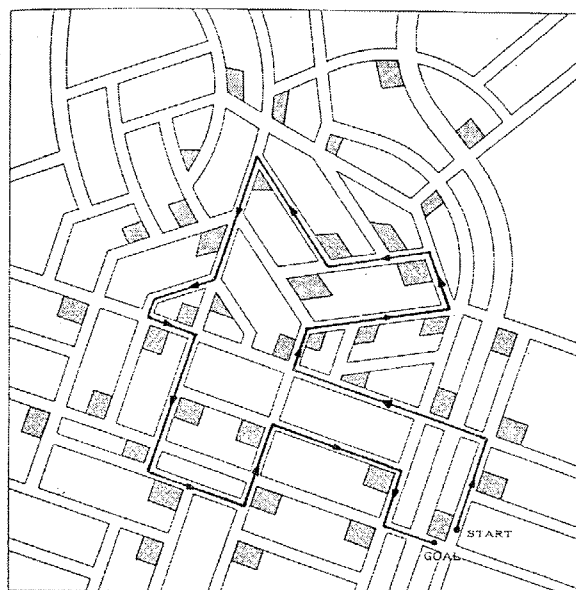


図2- 「角に特徴のある街」の特徴的な建物の配置と街路風景

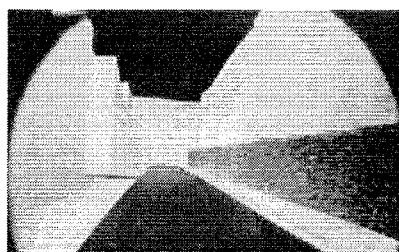
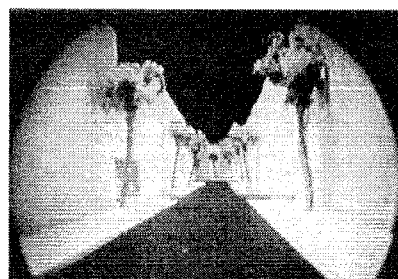
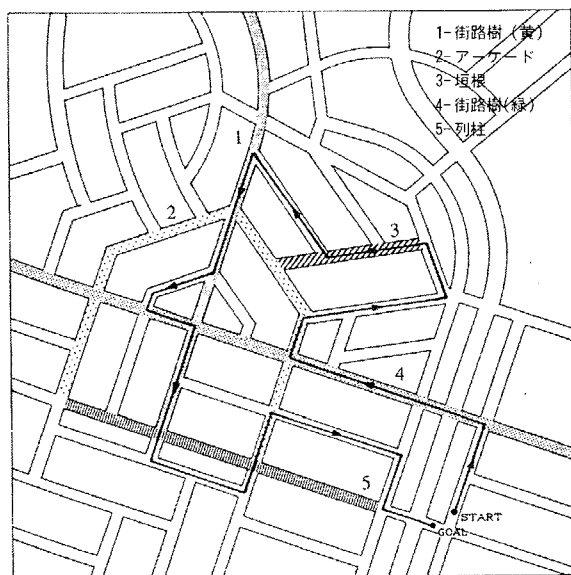


図2- 「通りに特徴のある街」の特徴的な通りの配置と街路風景

< 教示文 >

「それではこれからこの装置を用いて実験をします。まず、前方のスクリーンに、ある街の通りの風景を映し出します。あなたはその通りの上に立っていると考えてください。そして、その手元にあるジョイスティックであなたはその通りの上を自由に歩くことが出来ます。それでは、少し歩く練習をしてみましょう。」

----- 操作練習 -----

「それでは今から、こちらがこの装置を使って、先ほどの街の中である道順を提示します。あなたは、その道順を見た後で、手元のジョイスティックを使って自分自身の力で提示された道順どおりにスタートからゴールまで歩いてください。道順提示の時は、勝手に移動することはできませんが、回転レバーを操作してあなたが見たいところを見ることはできます。それでは今から道順を提示します。」

----- 経路提示 -----

「それではいまから先程の道順と同じ道順を歩いていただきます。もし、あなたが途中で道を間違えた場合、あなた自身が間違えたことに気付いて元の道に戻れば何の問題ありませんが、そのことに気づかないで提示された道順から大きく外れてしまった時には、こちらの判断で歩くのを中止してもらいます。その時にはこちらから『中止してください』と指示します。また、あなた自身が道に迷ってしまって途中でやめなくなった時には、『わかりません』と言ってください。その場合も、そこで一旦中止します。途中で中止した場合には、再度先程と同じように道順を提示し直して、その後で最初からもう一度やり直していただきます。ただし、5回途中で歩行を中止した場合には、そこで実験は打ち切ります。こちらが提示した道順どおりに最初から最後まで歩けた場合実験は終了です。それでははじめてください。」

----- 経路探索 -----

2-4 結果と考察

2-4-1 分析用行動データの作成

実験結果を考察するにあたって被験者の経路探索行動の様子を再現するために、シミュレータに記録された被験者の行動データから、全被験者の経路探索行動軌跡を街路平面図上に表示した。図2-11は、ある被験者の経路探索開始時から終着点到達までの探索行動の軌跡を表したものである。この被験者は4回目の経路探索で終着点まで到達しており、各探索回にどの地点まで到達したかまたそれが探索を繰り返すことによってどのように伸びているかがこれらの図から分かる。また、この図には、単に通過した地点だけでなくその時々視方向および停止した位置（○印）も同時に表示され、被験者がどの地点で迷いを発生したのかということも見て取れる。この探索軌跡を全被験者の全探索回について作成し、それをもとに行動を分析する。

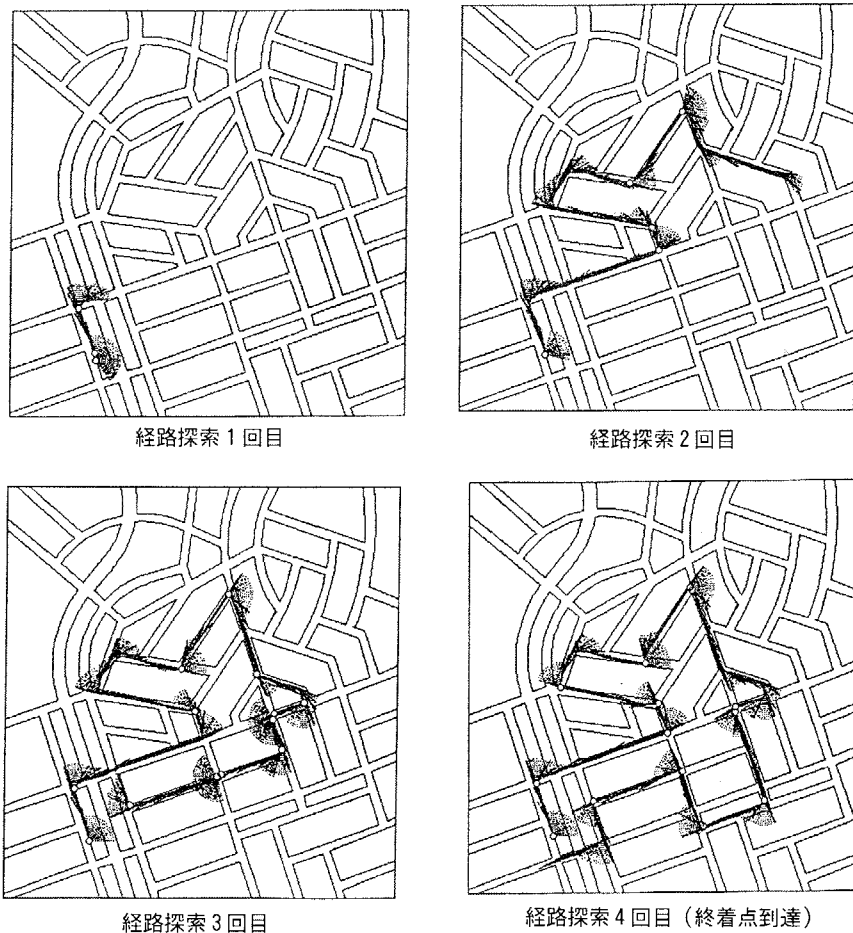


図2-11 ある被験者の終着点到達までの経路探索行動軌跡

2-4-2 スケッチマップの分析

被験者が実験終了後に描いた経路のスケッチマップについて、実際の経路との整合性に基づいて3段階に分類した。“トポロジカルに整合”とは、経路の幾何学的な距離や角度は必ずしも正しくはないが、曲折の左右は全て正しく描けているということであり、“ほぼ整合”とは、2つ以内の誤った点はあるものの、それ以外はトポロジカルに正しく描けているということである。これらに当てはまらないものは全て“不整合”とした（図2-15に例を示す）。

その結果を示したものが図2-16である。これによると、終着点まで正しく到達できた被験者の多くが、経路上の視覚的特徴とは関係なく、不整合なスケッチマップを描いている。このことは、これらの被験者は、経路探索時には、必ずしも正確な経路を地図を頭の中に保持していたわけではなく、実際には、その場その場で周辺環境から情報を得ることによって経路探索を進めていたことを示している。

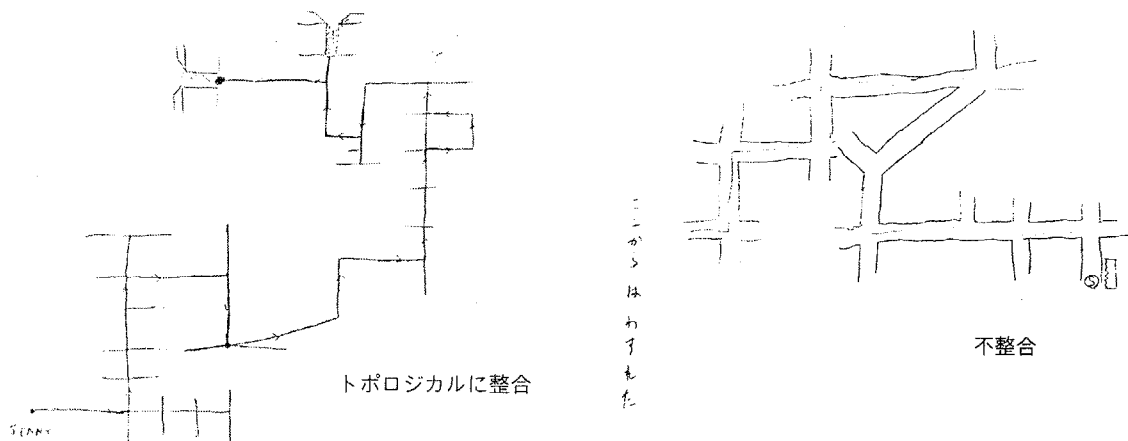


図2-15 スケッチマップの例

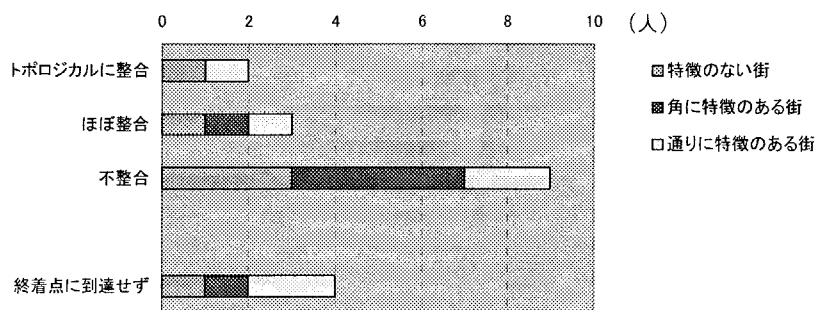


図2-16 スケッチマップの整合性

2-4-3 経路探索行動の分析

図2-12は、全被験者の正しく到達できた交差点の数を探索回毎に平均したものである。交差点番号は0が経路の出発点を27が終着点を表している。被験者が5回目より前の経路探索回よりゴールに到達できた場合にはそこで実験を終了したが、ここでは、便宜上、それらの被験者のゴールに到達した以降の経路探索回以降の到達点を27（ゴール）として計算した。これからは、「特徴のない街」、「角に特徴のある街」、「通りに特徴のある街」の順でより少ない教示でより先の交差点まで探索を進めていることが分かる。したがって、経路上に視覚的な特徴のある街路は早く記憶されやすいといえる。「角に特徴のある街」より「通りに特徴のある街」のほうが成績が良くなっている理由としては、後者は1本の街路の沿って線的な情報を与えているのに対して、前者は各交差点に点的に情報を与えており、経路を記憶するには各交差点において、その特徴的な建物が何であったかを記憶しなければならず、記憶負荷が高いことが原因であると考えられる。

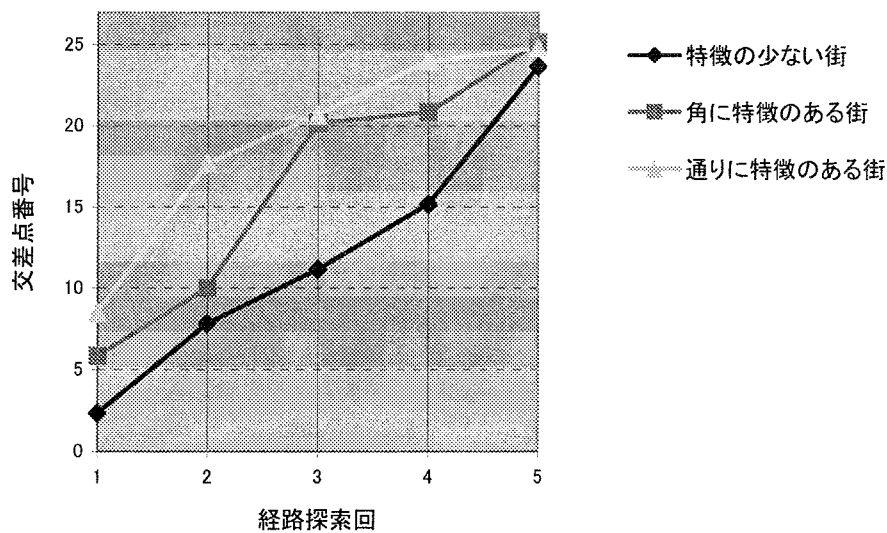


図 2-12 全被験者の平均到達交差点数

しかしながら、図2-13のように経路探索の成績を被験者別に見ると、「特徴の少ない街」においても、教示と学習を繰り返すことにより終着点まで辿り着けた被験者（N-c, N-b, N-d, N-e）がいる一方で、「角に特徴のある街」や「通りに特徴のある街」といった経路上に視覚的特徴のある街において、5回教示と探索を繰り返しても終着点まで到達できない被験者（C-b, S-d, S-a）がいることが分かる。特に「通りに特徴のある街」では、2人の被験者（S-f, S-b）が2回目の探索で終着点まで正しく到達できているなど、経路探索の成績の個人差が非常に大きくなっている。したがって、一概に経路上に視覚的な特徴のある経路が全ての人にとって分かりやすい経路であるとは限らず、経路上の視覚的な特徴を経路探索の為の情報として有効に利用できるかどうかは、個人によって大きく異なっているといえる。つまり、同じ環境あっても、人によって経路探索の様相は異なっており、分かりやすい空間を考える上では、個人と環境による違いを系統的に把握する必要があるといえる。

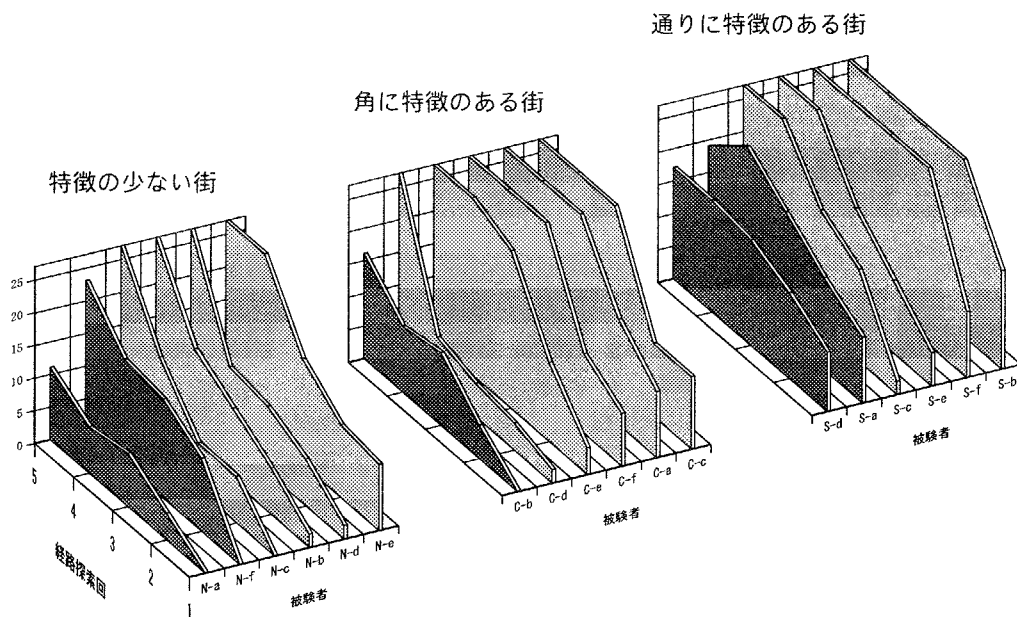


図2-13 各被験者の探索回毎の到達交差点

図2-14は、交差点毎の間違い発生回数を表したものである。これによると、交差点には間違いやすいものとそうでないものがあり、それらは、街によって差があることが分かる。特に、7・14・15・19番の交差点では、街の間で間違い発生回数に大きな差があり、1・3・13番の交差点では、どの街においても全く間違いが発生していない。しかしながら、この原因については、一概にその交差点における視覚的特徴の有無だけでは説明することはできなかった。例えば、14番の交差点では、「特徴のない街」と「角に特徴のある街」では間違いが発生していないが、「通りに特徴のある街」では間違いが3回発生している。しかし、「通りに特徴のある街」において14番の交差点では、そこで選択可能な道全てにそれぞれ異なる特徴づけがなされている。また、7番の交差点では、「特徴のない街」において多くの間違いが発生しているが、その他の街では殆ど間違いが発生していない。この交差点については、特徴のある街においても、進むべき道については特に視覚的特徴づけはなく、その意味では「特徴のない街」と大差ない。こうしたことから、間違い発生数の視覚的特徴間の関係については、その交差点における視覚的特徴の有無だけではなく、その前後の交差点との関係や、その交差点からの見通し、さらには、被験者が短期に記憶できる量などの要因を考慮する必要があると思われるが、データ数の限られている現時点においては、明確な原因を特定するには至らなかった。

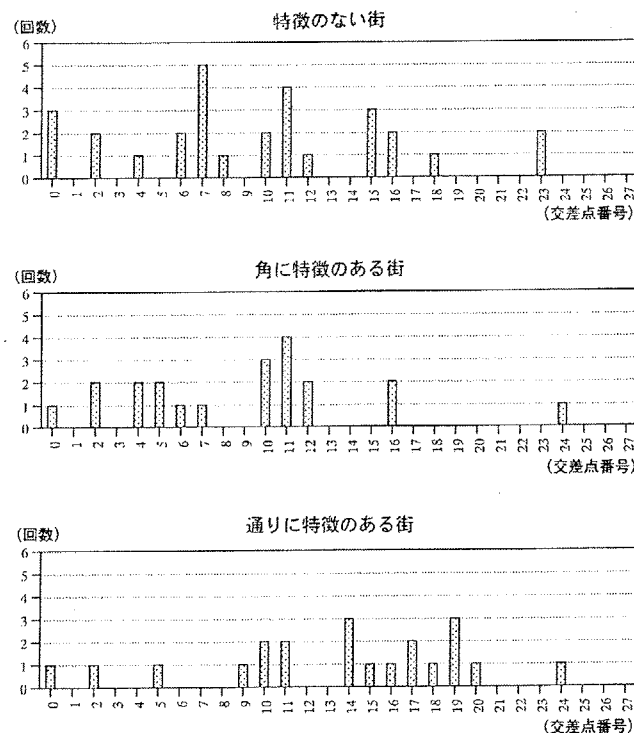


図2-14 各交差点における間違い発生回数

2-5 まとめ

以上本章では、従来論じられることのなかった人の移動に伴って継起的に変化する視覚的な特徴が経路探索に及ぼす影響について、視環境シミュレータを用いた経路探索実験から検証した。その結果、経路探索は人の移動に伴って変化するシーンの連続によって成り立つことが確認され、経路上の視覚的特徴の有無が経路探索の難易に影響するものの、そのような視覚的特徴を経路探索の手がかりとしてどの程度有効に利用できるかについては大きな個人差があることが明らかになった。したがって、分かりやすい空間のあり方を提示するためには、経路探索の手がかりとして利用される視覚情報が個人によってどのように異なるのかについてさらに詳しく検証する必要がある。

参考文献

- 2-1) Weisman, J. : Evaluating architectural legibility ; Way-Finding in the built environment , Environment and Behavior, Vol.13, Pp.189-204, 1981
- 2-2) O'Neill, M. J. : Effects of signage and floor plan configuration on wayfinding accuracy, Environment and Behavior, Vol.23, No.5, pp.553-574, 1991.9
- 2-3) Hef, H : Way-finding as the perception of information over time, Population and Environment; behavioral and social issues, 1983, pp.133-150
- 2-4) 舟橋國男 : さがす・まよう・わかる -wayfinding 研究課題の一考察-, 日本建築学会大会学術講演梗概集, Pp.813 ~ 814, 1990.10
- 2-5) 舟橋國男 : 初期環境情報の差異と経路探索行動の特徴 - 不整形街路地区における環境情報の差異と経路探索行動ならびに空間把握に関する実験的研究 その1 -, 日本建築学会計画系論文報告集, No.424, Pp.21 ~ 30, 1991.6

第3章

経路探索の方略の個人と環境による違い

3-1 本章の目的

3-2 経路探索行動実験

3-3 結果と考察

3-4 まとめ

3-1 本章の目的

第2章では、経路上の視覚的特徴を系統的に変化させた経路探索実験から、特徴のある街路はより早く記憶される傾向があることが明らかになった一方、経路の上の視覚的な特徴を経路探索の為の手がかりとしてどれだけ有効に利用できるかどうかについては個人によって大きな差があることが明らかになった。この結果は、経路探索時に環境にある情報の中からどのような情報を経路探索の為の手がかりとして利用するかについては、環境に存在する利用可能な情報と個人の特性によって異なるということを示唆している。つまり、環境に特徴的と思われる情報を多数付加したところで、それが人に利用されていなければ無意味なのである。したがって、分かりやすい空間のあり方を提示する為には、単純に環境側（空間側）だけの要因を操作・検証するだけでは不十分であり、経路探索の為に利用される情報が行為主体である人間の特性によってもどのように異なるのかを把握した上で議論しなければならない。

従来から、空間認知や経路探索の個人差の問題に関する研究は心理学の分野を中心として数多く行われてきたが、その多くは、ペーパーテストによって個人の方向感覚を自己評価させたものと、同様にペーパーテストによって測定された3次元空間の理解度や個人の性格特性との相関を求めたものであり、それが実際の空間での行動においてどのような意味を持つのかについて論じているものはない。実際の空間での行動に着目した数少ない研究として、竹内は団地内における経路探索行動実験を行い、方向感覚自己評価テストの結果が悪い被験者は経路探索時には団地の棟を示す番号など記憶を維持することが困難で情報を利用する傾向があることを見出している。この研究は環境の違いによる影響については論じていないものの、経路探索時に利用される情報の個人による違いを考える上で本研究に大きな示唆を与えるものである。

本章では、経路探索時に人が環境から抽出し利用する情報は、空間構成など「環境のあり方」と「個人」、そしてそれらの相互関係によってどのように異なるのかを系統的に明らかにすることを目的とする。そこでまず、経路探索時における情報の抽出利用過程を、人が経路を記憶する段階と、その記憶した情報を基にして経路探索の為に利用する段階に分けて考える。そして、経路を記憶する際に利用する情報と、その後ある時間を経た後に経路を探索する際に利用する情報が、空間構成など「環境のあり方」と「個人」によってどのように異なるのかを、視環境シミュレータを用いた実験から系統的に明らかにすることを目的とする。

3-2 経路探索行動実験

3-2-1 視環境シミュレータの改良

本章では、第2章で用いた視環境シミュレータに下記の改良を加えた。

- ・被験者用のモニターを40インチTVモニターに変更＝画像解像度の向上
- ・制御用PCを変更＝制御速度の向上、見まわし速度の向上。
- ・照明を20W 蛍光灯4本に変更＝画像の明るさの向上

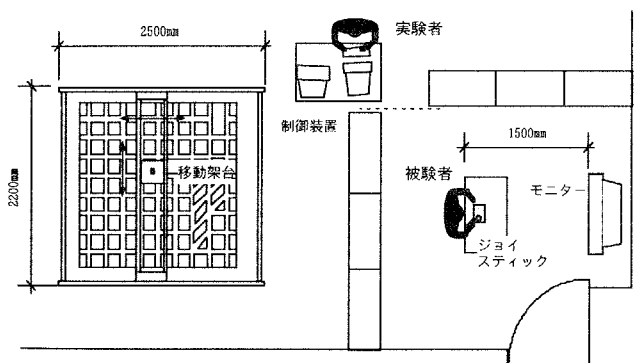


図 3-1 シミュレータ平面図

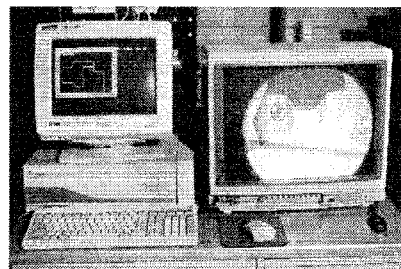


図 3-2 制御装置

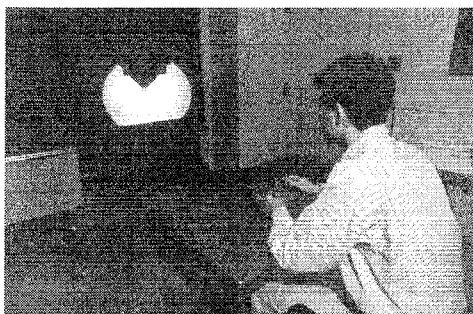


図 3-3 被験者とモニター

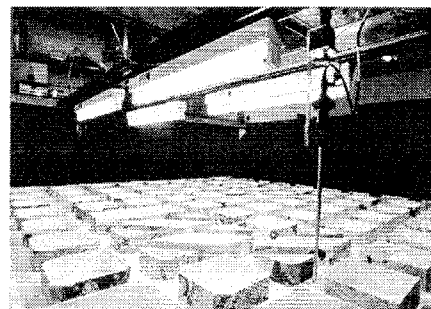


図 3-4 内視鏡と模型

3-2-2 情報の分類

人は経路探索時に環境にある情報から意識的あるいは無意識的に何らかの情報を抽出しそれを経路探索の手がかりとして利用している。本実験の目的は、経路探索時に人が環境から抽出し利用する情報が「環境のあり方」と「個人」によってどのように異なるのかを系統的に明らかにすることであり、経路探索に利用することのできる情報を系統的に変化させた設定のもとで、経路探索実験を行う。そこで、経路探索時に利用される情報を既往研究で指摘されているものを参考に、特に視覚的な情報について、表3-1のように分類した。まず、サインや特徴的な物など注視対象となり得る情報を「要素的信息」とした。これは、Weisman^{文3-6)}や渡邊^{文3-7)}が指摘する「サイン情報」が含まれる。その場のシーン全体から得られる環境的な情報のうち、突き当たりや斜めの道など経路の結節の特徴によるものを「平面形状」とした。これにはWeismanやO'Neill^{文3-8)}の指摘する「平面の形状」が含まれる。また、道幅の変化や交差点の隅切りなど空間的な広がりの違いによるものを「空間変化」とした。さらに、視覚的な情報ではないが、経路記憶の方法の一つとして、「3つめの角を・・・」というように交差する街路の数を逐次数え、それを記憶する場合があります、そのようなものを「数的手がかり」とした。既往研究ではこの他に、Weismanの「建築的分節」や「知覚的接近可能性」、渡邊のドアや階段などの「形態情報」などが指摘されているが、これらについては今回は扱わない。

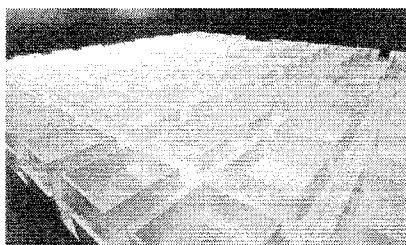
表3-1 経路記憶に用いられる情報の分類

分類	情報の形態	特徴の少ない街	空間変化を与えた街	要素的信息を与えた街
数的手がかり	「3番目の角を・・・」というような数字による情報	○	○	○
平面形状	突き当たりや斜めの道といった特徴的な経路の結節	○	○	○
空間変化	道幅の変化など空間的な広がりの変化による情報	×	○	×
要素的信息	サインや特徴的な物など注視対象となる情報	×	×	○

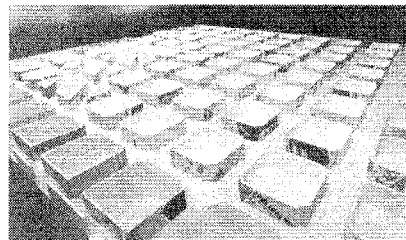
3-2-3 街路模型の製作と実験経路の設定

表3-1の経路記憶に利用できる情報の分類に基づいて、道幅、交差点形状、壁面など空間構成の違いにより、経路上の視覚情報を変化させた3種類の街路模型を製作した(図3-5)。『空間変化を与えた街』においては、道幅の変化や交差点部の隅切りにより〈空間変化〉を、また、『要素的信息を与えた街』においては、壁面に貼られた新聞紙の文字や写真などから任意の地点において〈要素的信息〉を得ることができる。〈数的手がかり〉と〈平面形状〉については全ての街路模型において得ることができる(表3-1)。それぞれの模型の縮尺は1/150、大きさは1.8×1.8mである。実験毎に模型を交換する必要があるため、模型は分割可能とし交換作業を容易に行えるような工夫がなされている。

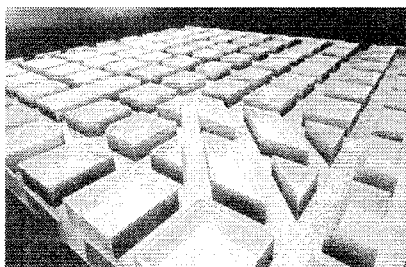
本実験では、ある人が異なる環境において経路探索した際に、利用される情報がどのように変化するのかを調べるのが目的である。したがって、第2章での実験とは異なり、同じ人が3種類全ての街路模型において経路探索実験を行う必要があるため、3つの街路模型の平面形状及び実験経路の形状はそれぞれ異なるように設定した。しかしながら、実験経路によって経路記憶の難易度に差が生じないよう、各実験経路の曲折点数(右または左に曲がるべき交差点の数)は統一し12とした。



特徴の少ない街



空間変化を与えた街



要素的信息を与えた街

図3-5 街路模型全景

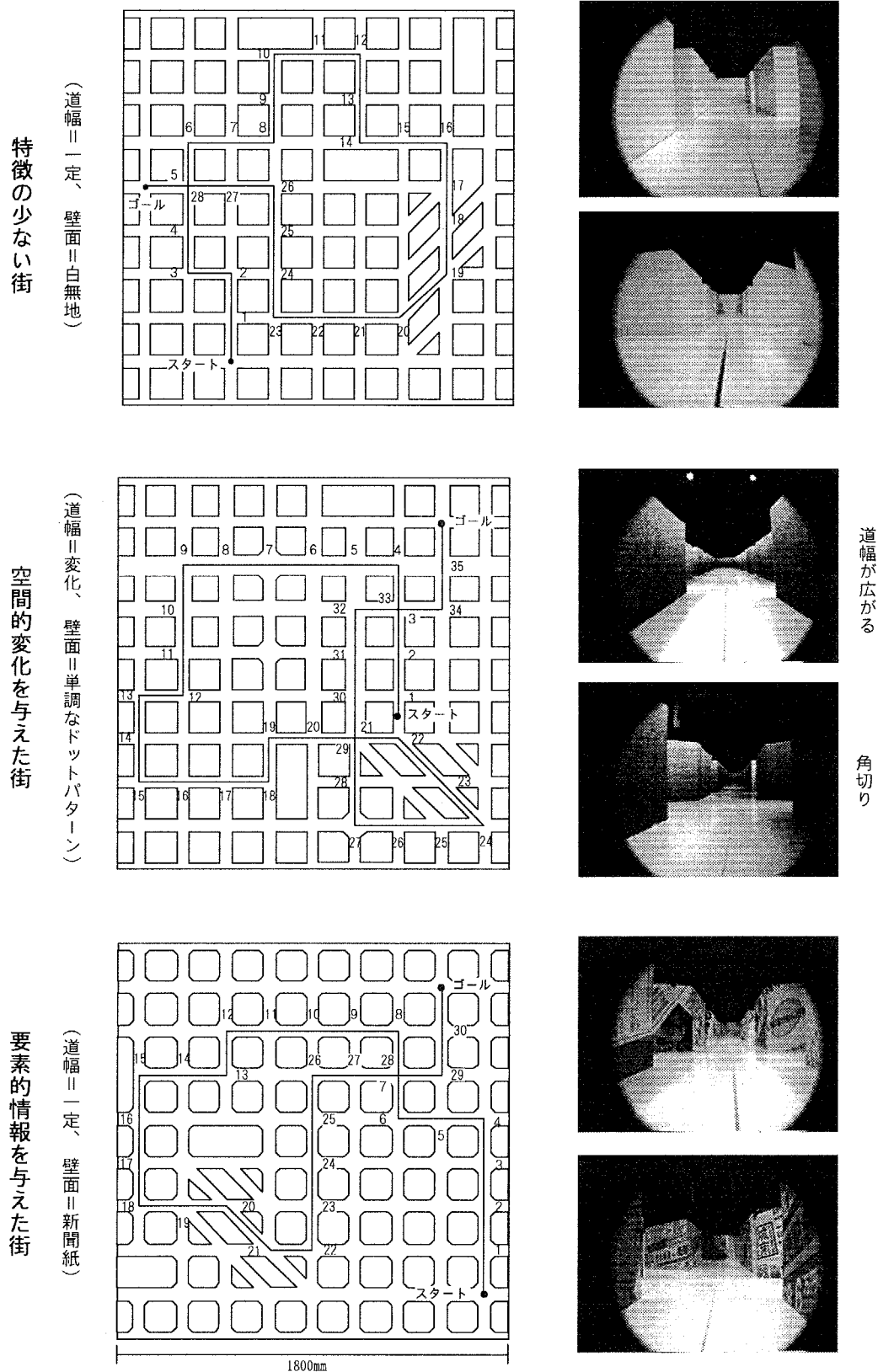


図3-6 各街路模型の平面図と実験経路 (数字は交差点番号)

3-2-3 実験の手順

実験は時間経過に伴う記憶の減衰の影響を検証するために計5回行い、第2回目以降の実験は各実験回の間の日数を変えて、第1回目の実験後それぞれ5日後、12日後、36日後、128日後に行う。第1回目の実験では、まず最初に被験者に対して実験経路の教示を行い、その後被験者自身に経路を出発点から探索させ、途中で経路を間違えたり分からなくなったりした場合にはそこで一旦探索を中断し、再度経路を教示し直し、改めて出発点から経路探索させる。この教示と探索を被験者が正しく経路の終着点に到達できるまで繰り返す。正しく経路の終着点に到達できた時には、被験者がどのような情報に基づいて経路を記憶したのを把握するために経路のスケッチマップを描かせる。経路の教示は、第2章と同様に、あらかじめ作成された経路教示用データによって実際に模型上で内視鏡を動かすことにより行い、被験者は手元のジョイスティックによって任意の地点で内視鏡を停止させ自由に周囲を見回すことができる。第2回目以降の実験では、前回の実験時に記憶された情報が、ある時間を経過した後どの程度正しく記憶されているかを調べるために、実験の最初に被験者に口頭で経路の説明をさせ、その後実際に経路探索させる。また、この際に途中で経路を間違えた場合には正しく終着点に到達できるようになるまで経路を教示し直す。終着点に到達した場合には、第1回目の実験と同様に経路のスケッチマップを描かせる。これら一連の実験を前述した3種類の街路模型において同様の被験者を用い行う。ただし、実験は1日あたり1つの街路模型についてのみ行うものとする。被験者は20歳以上の男女各3名計6名の大学生である。

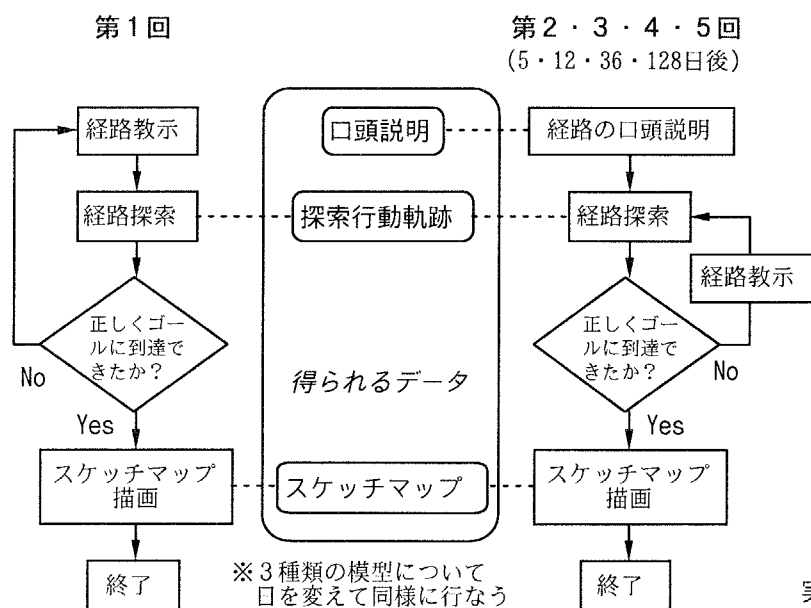


図 3-7
実験の流れ

<教示文>

[第1回]

「これから、この装置を使って実験をします。まず、このモニターに、ある街の通りを映し出します。あなたは、その通りの上に立っていると考えてください。そして、手元のジョイスティックで、あなたはその通りの上を自由に歩くことができます。それでは、少し歩く練習をしてみましょう。」

―― 操作練習 ―――

「それでは今から、この装置を使って、ある1本の経路を教示します。あなたは、その経路を見た後で、このジョイスティックを使って、あなた自身の力で教示された経路どおりに歩いてください。また、経路教示の時にスティックをX軸方向に倒すとそこで立ち止り、回転レバーであなたが見たいところを見ることができます。見終わったらスティックをY軸方向に倒せば自動的に元の方向に向き直って再び動きはじめます。では、道順を提示します。」

―― 経路提示 ―――

「それでは、いまから、先程の経路と同じ様に歩いていただきます。その時、あなた自身が、道に迷ってしまつて途中でやめたくなった時には、『わかりません』と言ってください。その時は、そこで実験を中止して、もう一度経路を教示して、その後でやり直していただきます。ただし、5回途中で実験を中止した場合には、そこで実験は打ち切ります。こちらが教示した経路どおりに最初から最後まで歩けた場合、実験は終了です。それでは、はじめてください。」

―― 経路探索 ―――

「それでは、今から先程あなたが歩いた経路の地図を書いてもらいます。その地図は、できるだけ詳しく、あなたが覚えていた事柄をすべて書いてください。」

―― 認知地図描画 ―――

[第2回以降]

「それでは、これから先日行った白い街（新聞紙の街、黒い街）の経路を、口で説明してください。私はその経路について何も知らないのので、道を知らない人に教えるようにできるだけ丁寧に言ってください。」

―― 経路の口頭説明 ―――

「それでは、今から先日の経路を実際に行ってもらいます。途中で分からなくなった場合もすぐにあきらめずに、できるだけ努力してください。どうしてもだめな場合は諦めていただいても結構です。ただし、その場合はもう一度経路を教示しますので、その後でやり直してもらいます。」

―― 経路探索 ―――

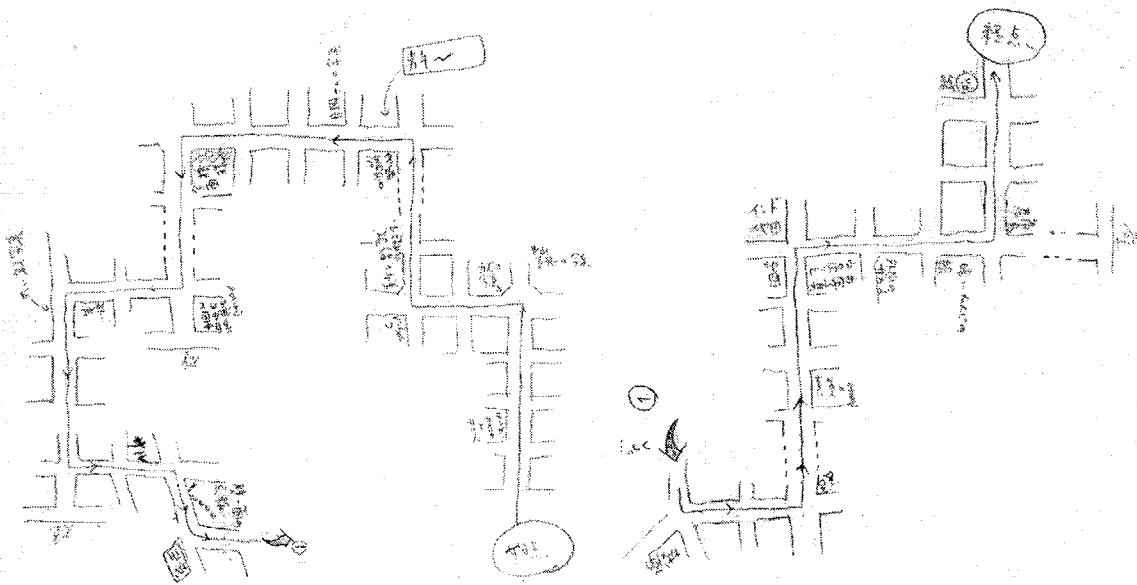
「それでは、今から先程あなたが歩いた経路の地図を書いてもらいます。その地図は、できるだけ詳しく、あなたが覚えていた事柄をすべて書いてください。」

―― 認知地図描画 ―――

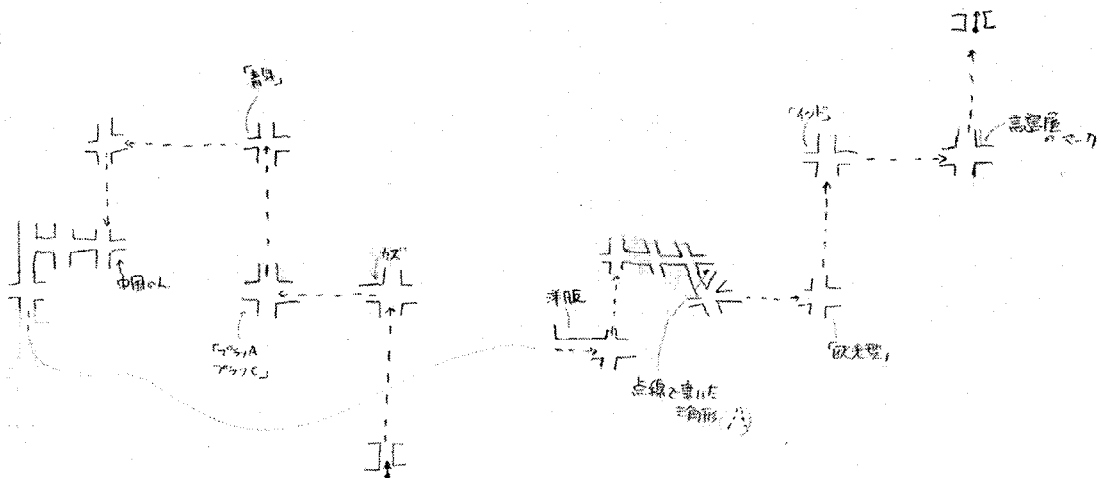
3-3 結果と考察

3-3-1 スケッチマップの分析

図3-8は『要素的情報を与えた街』の第2回目の実験において被験者が描いたスケッチマップの例である。これらのスケッチマップは、各回の実験で教示経路どおり正しくスタートからゴールまで探索できた直後に、「覚えているものを全て描いてください」との教示により描かせたものであり、被験者が経路上のどのような情報に着目し経路を記憶したのかを反映していると考えられる。また、これらのスケッチマップにおいては、曲折点の欠落やその順序の誤りなどは見られず、経路自体は正しく描かれている。本実験のように、ある1本の経路を記憶しそれを探索する場合、被験者の行動は「全ての分岐点における選択のシリーズとしてではなく、むしろある特定の分岐点であるターンを選択するものとして意味づけられている」^{文3-5)}と考えられるので、どのような情報に基づいてその分岐点を特定するかが重要であると考ええる。したがって、経路上の各曲折点をどのような情報によって特定しているのかを調べるため、各曲折点の前後に描かれている情報に着目する。被験者bのスケッチマップでは、ほとんどの曲折点において複数の要素的情報が描かれており、それと同時に一部の交差点を除いてそれが何番目の交差点なのかに関する＜数的手がかり＞や、さらには斜めの道や突き当たりといった＜平面形状＞についても描かれている。一方、被験者fのスケッチマップでは、各曲折点において要素的情報のみがひとつずつ記述されているが、それが何番目の交差点であるかについてはほとんど描かれていない。このように、スケッチマップは各被験者が経路記憶のために用いた情報の違いを如実に表しているといえる。そこで、それぞれの被験者がスケッチマップにおいて、どのような情報によって曲折点を特定しているのかについて検証し、経路記憶に利用する情報の個人と環境による違いを明らかにする。



被験者 b



被験者 f

図3-8 スケッチマップの例 (『要素的情報を与えた街』・第2回実験)

ここで、実験経路上の各曲折点においては、必ずしも表3-1で設定した全ての種類の情報を得ることができる訳ではない。ここでは、被験者が環境から得ることのできる情報の中から、経路記憶のためにどの種類の情報をどの程度の割合で抽出しているのかを求める必要があり、単純にスケッチマップに描かれた情報の数での比較は適当ではないと考える。そこでまず、実験経路上の各曲折点において得ることのできる情報について表3-1の分類に従って判定・集計した（表3-2）。

＜数的手がかり＞は実験経路上の全曲折点において得ることができる。＜平面形状＞は経路の結節の特徴によりその場のシーン（経路上の進行方向に広がるシーン）から得られる情報を意味する。本実験においては、経路の大半が直角に交差する十字路で構成されており、それに対して特徴的な経路の結節と考えられる「斜めの道」、「五叉路」、「突き当たり」および「突き当たりの1つ手前」、「突き当たりの2つ手前」といった平面形状の交差点を「平面形状」に関する情報をもつ交差点とした。突き当たりの「2つ手前」までとしたのは、本実験に用いた街路模型においては、3交差点以上「突き当たり」から離れた場合には、その位置から「突き当たり」までに交差する街路の数を確認することが困難な為である。それぞれの実験経路において＜平面形状＞の情報を得ることができる曲折点の数は、表3-2に示すとおりである。＜空間変化＞は「空間変化を与えた街」において、道幅や交差点の形状を変化させた5つの曲折点において得ることができる。＜要素的信息＞は要素的信息を与えた街において全ての曲折点で得ることができる。

表3-2 実験経路上の各曲折点において得ることのできる情報

特徴の少ない街				空間的变化を与えた街					要素的信息を与えた街				
交差点 No.	曲折	数的 手が かり	平面形状	交差点 No.	曲折	数的 手が かり	平面形状	空間変化	交差点 No.	曲折	数的 手が かり	平面形状	要素的信息
2	左	2	—	4	左	4	手前2	広い通り	4	左	4	—	三浦知良
3	右	1	手前2	9	左	5	手前2	角切り	6	右	2	—	数字
6	右	3	—	12	右	3	—	狭くなる	8	左	2	手前2	青年協力隊
8	左	2	—	13	左	1	手前1	—	12	左	4	—	黒い模様
10	右	2	突当り	15	左	2	手前2	—	13	右	1	手前1	光沢民
12	右	2	手前1	18	左	3	突当り	—	15	左	2	突当り	丸い写真
14	左	2	突当り	19	右	1	—	—	18	左	3	手前1	欧米型
16	右	2	手前2	22	右	3	斜めの道	—	20	右	2	斜めの道	点線模様
19	右	3	斜めの道	24	右	2	5叉路	—	21	左	1	5叉路	城南予備校
20	右	1	5叉路	27	右	3	—	角切り	22	左	1	—	初登場
23	右	3	—	32	右	5	手前2	広くなる	26	右	4	—	インド
26	左	3	—	34	左	2	手前2	—	29	左	3	手前2	高島屋
合計 曲折点数		12	7	合計 曲折点数		12	9	5	合計 曲折点数		12	7	12

次に、各被験者のスケッチマップに描かれた情報について、同様に表3-1の分類に基づいてそれぞれ情報の種類別に集計した。この数を表3-2に示す、実験経路上でその情報が得ることのできる曲折点の数で除することによって、被験者がある種類の情報について、それをどの程度の割合で経路記憶のための情報として利用したのかを知ることができる。この作業を被験者が第1回の実験から第5回の実験において描いた全てのスケッチマップを対象として行った。

図3-9はその結果を被験者別に示したものである。これによると、被験者a、c、e、fのように、『特徴の少ない街』と『空間変化を与えた街』においては＜数的手がかり＞の割合が高いが、『要素的信息を与えた街』においては＜要素的信息＞の割合が高く、それに比べ＜数的手がかり＞は低くなっている者がいることが分かる。これらの被験者は、経路周辺の利用できる情報の変化に応じて情報を選別し経路を記憶しようとしているといえる。一方、被験者cやdのように、『要素的信息を与えた街』においても、＜数的手がかり＞を高い割合で記述している者がいる。つまりこれらの被験者は、周辺環境の違いに関わらず、同じ種類の情報に頼って経路を記憶しようとしているといえる。

また、＜空間変化＞が記述されている割合に注目すると、被験者bやeのようにほぼ100%の割合で記述している者もいれば、被験者cのようにほとんど記述していない被験者もあり、空間の広がりや狭まりといった情報を、経路記憶のための情報として認知するかどうかには人によって大きな違いがあることがわかる。

したがって、経路記憶に利用できる情報はその質が異なるものが種々存在し、経路学習時には、経路周辺の利用できる情報の種類の違いに応じて経路記憶に用いる情報を変化させる人と、周辺環境の違いに関わらず幅広い種類の情報を記憶している人がおり、経路記憶のために用いられる情報は、個人と経路周辺の視覚情報のあり方によって異なることが明らかになった。

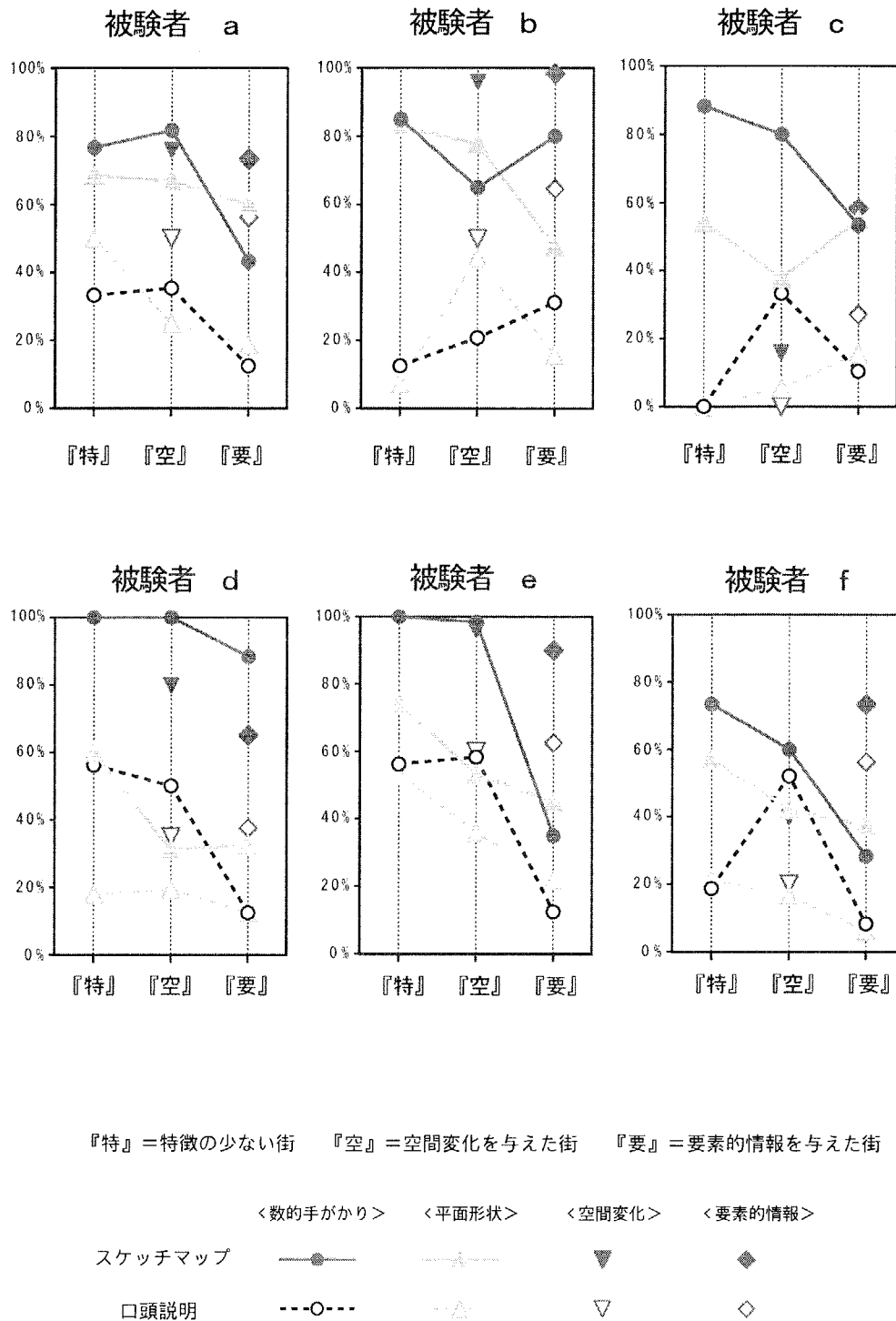


図3-9 スケッチマップに記述された情報と経路の口頭説明で正しく言及された情報

3-3-2 経路の口頭説明の分析

経路の口頭説明は2回目以降の実験において、実験の冒頭に経路探索の前に「今から行く経路を他の人に教えるつもりで説明してください」との指示で、経路の説明をさせたものであり、被験者が前回の経路探索からある時間を経た後、どの程度正しく経路について記憶できているのかを検証するものである。この口頭説明において、被験者が正しく説明できた曲折点について、どのような種類の情報に基づいて説明したのかを、前述のスケッチマップの時と同様の手順で調べ、その結果を図5に点線で示した。全ての情報について、スケッチマップ描かれた割合よりも口頭説明の割合の方が低くなっており、時間経過に伴う記憶の衰えが見られる。また、『要素的信息を与えた街』において、＜数的手がかり＞を高い割合でスケッチマップに記述していた、被験者cやdに着目すると、口頭説明では、＜要素的信息＞の割合が最も高く、それに比べ、＜数的手がかり＞は低くなっている。すなわち、経路探索直後に＜数的手がかり＞時間経過に伴う減衰が著しく、探索時には他の被験者と同様、主に＜要素的信息＞に頼っていると考えられる。

次に、ある回の実験でスケッチマップに記述された情報が、次回の実験の口頭説明の際にどの程度の割合で正しく説明されたか（正しく記憶されていたか）について調べた。図6は『特徴の少ない街』における＜数的手がかり＞と『要素的信息を与えた街』における＜要素的信息＞について示したものである。これによると、全体的に＜数的手がかり＞よりも＜要素的信息＞の割合の方が高く、より記憶が持続しやすい情報であるといえる。経時変化については、36日後（4回目の実験）まではどちらもその割合が上がっており、経路探索を繰り返すことによる学習の効果がみられるが、128日後（5回目の実験）においては落ち込んでおり、時間経過に伴う忘却が勝っていることが分かる。また、＜数的手がかり＞については、全くこの種の情報について説明することができない者（被験者c）がいるなど、個人間の差が大きく、この種の情報を長期間記憶できるか否かには大きな違いがあることが分かる。

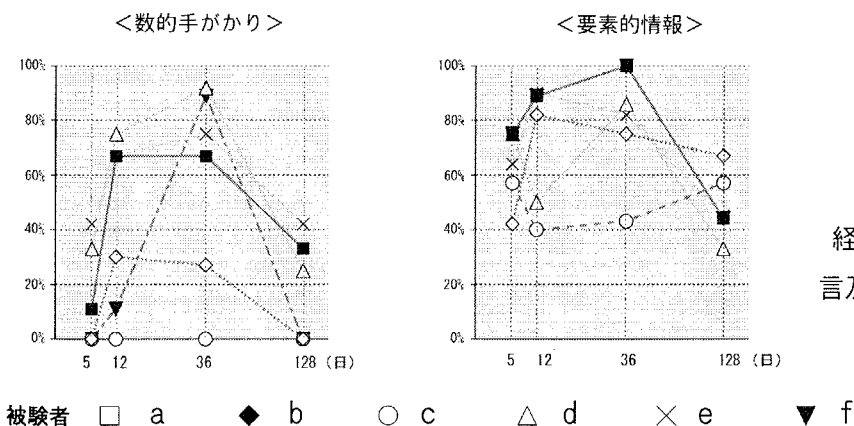


図 3-10
経路の口頭説明において
言及された情報の時間変化

3-3-3 空間把握と経路探索行動との関係

図3-11は、経路の口頭説明において正しく説明できた交差点の数（以下「説明」と）とその後の経路探索において正しく通過できた交差点の数（以下「通過」と）との関係を示したものである。これによると、それぞれの街、特に『要素的情報を与えた街』において、「説明」よりも「通過」の数が多い場合が見られる※。これは、例えば、経路探索前には全12の曲折点のうち8曲折点についてしか正しく説明できなかったにも関わらず、実際に経路探索した場合には全曲折点を全て正しく通過することができたというようなことである。つまり、事前に経路に関して明確に記憶していない場合でも、経路探索時において実際にその場まで行くことにより、そこで以前自分が体験した情景を想起し、正しい経路を選択できる場合があるということを示している。したがって、経路探索時には頭の中に経路全体の表象を形成している必要はなく、その場その場で得られる視覚情報に基づいて正しく経路探索できるといえる。

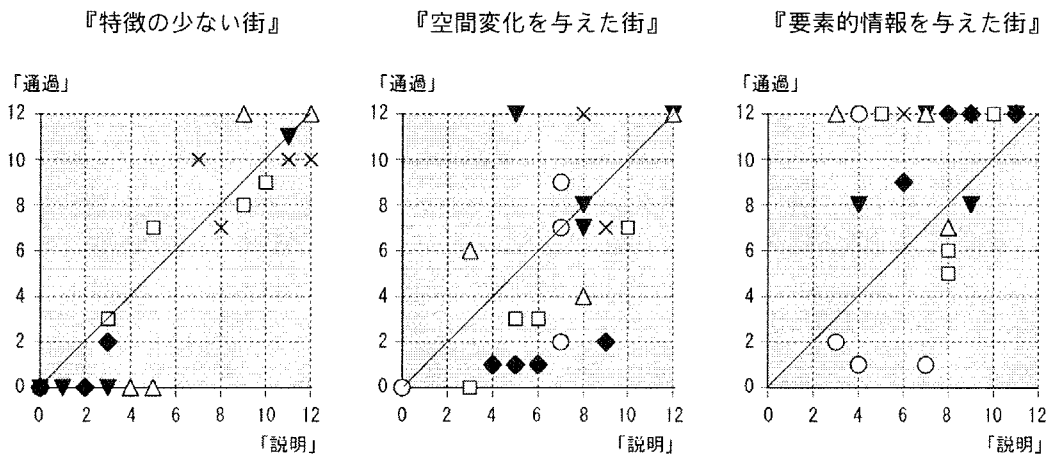


図3-11 正しく「説明」できた曲折点数と正しく「通過」できた曲折点数

※「説明」の数より「通過」の数が多い場合は、途中の「説明」が間違っていたり欠落していた曲折点で誤った選択をした為に、その後の正しく「説明」できていた曲折点まで到達できなかったということである。

そこで、実際の経路探索時にその場でどのような情報を思い出すことにより正しい経路を選択できたのかを検証するため、経路の口頭説明において正しく説明できなかったにも関わらず、実際の経路探索においては正しく経路を選択できた曲折点について、前回の実験の経路探索直後に描かれたスケッチマップに、その曲折点がどのような情報により描かれていたのかを調べた。同様に、誤った選択をした曲折点についても、それがスケッチマップにどのような情報で描かれているのかを調べた。

表3-3はその結果を示したものである。＜数的手がかり＞のみで描かれた曲折点では、全ての被験者が「通過」することはできず「誤り」だけが発生している。これは、＜数的手がかり＞のみで記憶された曲折点は、その場まで行くことによってその情報を思い出し、正しい経路を選択できる可能性はなく、事前に数字を正しく記憶していることが経路探索を誤らない為には不可欠であるということを示している。一方、＜要素的情報＞によって記憶された曲折点については、全ての被験者が事前に「説明」できない場合でも正しく「通過」することができており、その結果、図3-12に示すように『要素的情報を与えた街』における経路探索の成績が良くなっている。しかしながら、唯一「誤り」が見られる被験者cについては成績が悪くなっており、この被験者は要素的な情報を経路探索の手がかりとして有効に利用できないといえる。＜平面形状＞や＜空間変化＞が描かれている曲折点についてみると、被験者a、b、cのように「通過」が少なく、「誤り」が多く、その結果、これらの情報を利用する必要のある『特徴の少ない街』や『空間変化を与えた街』における成績が悪い者と、被験者d、e、fのように数多く「通過」でき、その結果、成績が良い者がいる。よって、＜平面形状＞や＜空間変化＞などその場のシーンから得られる空間的な情報を思い出すかどうかについては人によって異なっており、ゆえに、そのような情報を与えた経路においては、その可否によって経路探索の成績が異なることが明らかになった。

以上、事前に経路に関して明確に把握できていない場合でも、実際にその場まで行くことにより、以前自分が体験した情景を想起し経路探索を正しく進めることができる場合があるが、それができるかどうかは、その場にある情報の種類と個人によって異なることが示された。

表 3-3 「通過」と「誤り」の曲折点において記述されていた情報

探索行動		「通過」			「誤り」		
描かれた情報の種類		<数>のみ	<平>または<空>を含む	<要>を含む	<数>のみ	<平>または<空>を含む	<要>を含む
被験者	a	0	5	8	3	7	0
	b	0	0	12	5	4	0
	c	0	2	6	6	3	2
	d	0	10	18	3	2	0
	e	0	9	15	3	2	0
	f	0	11	9	4	4	0

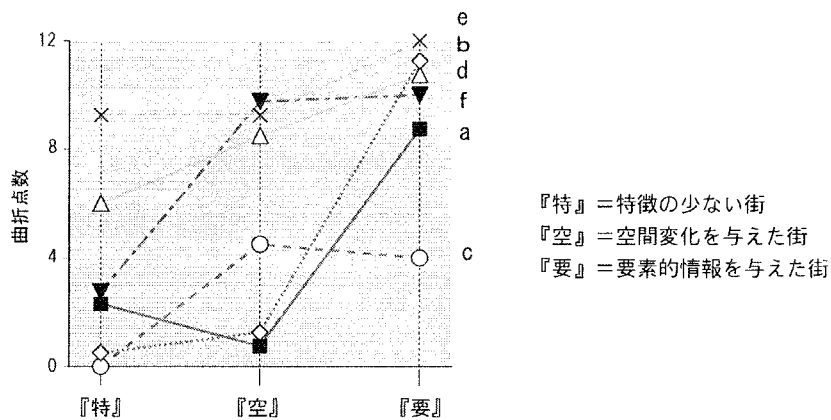


図 3-12

各被験者の正しく「通過」できた曲折点の数（2～5回の実験の平均）

3-4 まとめ

本章では経路記憶・探索時に環境から抽出し利用する情報とその行動に関して以下のことが明らかになった。

(1) 経路記憶に利用できる情報はその質が異なるものが種々存在し、経路学習時には、経路周辺の利用できる情報の種類の違いに応じて経路記憶に用いる情報を変化させると、周辺環境の違いに関わらず幅広い種類の情報を記憶している人がいる。

(2) 数的な記憶を長時間維持できるかどうかは人によって大きく異なるのに対して、要素的な情報は比較的長時間記憶に残りやすい。

(3) 事前に経路に関して明確に把握できていない場合でも、実際にその場まで行くことにより、以前自分が体験した情景を想起し経路探索を正しく進めることができる場合があるが、それは個人とその場にある情報の種類によって異なる。

以上、視環境シミュレーションによる経路探索実験から、従来個別に論じられていた「環境」と「個人」の違いが経路探索に及ぼす影響について、その相互関係に着目し、経路探索時に手がかりとして周辺環境から抽出される情報の違いを実験的に明らかにした。しかしながら、ここで扱った視覚情報が実際の空間における経路探索時に人が利用する全ての情報を表している訳ではなく、特に視環境シミュレータでは再現が難しい身体運動感覚の影響などについては課題が残る。また、個人による違いについても、それを類型化、モデル化するまでには至っていない。これらの点を踏まえ、以降の章では、実空間における新たな設定のもとで経路探索実験を行い、身体運動感覚の影響が大きいと考えられる空間内における方向の把握が経路選択に及ぼす影響や、周辺環境から得られる視覚情報が方向の再認識に及ぼす影響などについて議論する。

参考文献

- 3-1) Kozlowsky, L. T. & Bryant, K. J. : Sence of Direction, spatial orientation and cognitive maps, Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 3, pp.590-598, 1977
- 3-2) Lawton, C.A., Charleston, S.I., Zieles, A.S. : Individual and gender-related differences in indoor wayfinding, Environment and Behavior, Vol.28 No.2, pp.204 ~ 219, 1996.3
- 3-3) 増井幸恵 : 方向音痴意識の高い人における往路での振り返り経験が復路と近道のwayfindingに及ぼす影響, 日本心理学会第63回大会発表論文集, Pp.677, 1998
- 3-4) 竹内謙彰, 加藤義信 : 環境空間内での実際移動にもとづくルート学習過程の個人差の分析, 日本教育心理学会第35回総会発表論文集, pp.253, 1993
- 3-5) 舟橋國男 : 初期環境情報の差異と経路探索行動の特徴 - 不整形街路地区における環境情報の差異と経路探索行動ならびに空間把握に関する実験的研究 その1 -, 日本建築学会計画系論文報告集, No.424, Pp.21 ~ 30, 1991.6
- 3-6) Weisman, J. : Evaluating architectual legibility ; Way-Finding in the built environment , Environment and Behavior, Vol.13, Pp.189-204, 1981
- 3-7) 渡邊昭彦, 森一彦 : 探索行動における探索方法と空間情報との整合性に関する分析 - 建築空間における探索行動の認知心理学的考察 その2 -, 日本建築学会計画系論文報告集, No.454, Pp.93 ~ 102, 1993.12
- 3-8) O'Neill, M. J. : Effects of signage and floor plan configration on wayfinding accuracy, Environment and Behavior, Vol.23, No.5, pp.553-574, 1991.9

第4章

方向把握と経路探索に利用される情報

- 4-1 本章の目的
- 4-2 同一平面内の移動
における方向把握
- 4-3 上下方向の移動を含む
経路における方向把握
- 4-4 上下方向の移動を含む経路探索
- 4-5 まとめ

4-1 本章の目的

私達はある経路を移動する際に、「こちらの方向から来た」とか「向こうのほうへ行く」など、自身自身の進行方向や目的地に対するおおよその方向を把握することができる。このような方向の把握は経路探索時においても経路選択の為の手がかりの1つとして大きな影響を与えていると考えられる。ゆえに、空間構成と方向把握の難易や正確さとの関係を明らかにすることは、分かりやすい空間を考える上で重要な課題であるといえる。

空間内を移動する際の方向把握に関する既往研究としては以下のものがある。Sadalla^{文4-1)}は人が方向を把握する際の方略について、それを自己中心的な系による把握 (egocentric orientational system) と客観的な系による把握 (allocentric orientation) の2種類に分類し、移動経路中に含まれる曲折の角度 ($15^{\circ} \sim 165^{\circ}$) が自己中心的な系による方向の把握に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、実空間における方向指示実験等を行っている。その結果、 0° 、 90° 、 180° 付近の角度はより正確に把握され、曲折の角度が 0° 、 90° 、 180° からずれるほどその把握が不正確になること、全ての曲折の角度は 90° 単位に収束して把握される傾向があることを明らかにし、互いに 90° に直行する軸に基づいて空間把握がなされると論じている。しかしながら、実際の経路を移動する際に、人が自己中心的な系と客観的な系での2つの系による方向の把握をどのように使い分けているのかについてや、客観的な系での方向の把握に空間構成が及ぼす影響については論じていない。この他に、方向の把握に関する既往研究としては、第1章で述べたように個人差の問題を扱ったものがあり、Kozlowski^{文4-2)} は、ある経路を移動しその終着点から出発点の方向を指示させるという方向指示実験の正確さは個人によって異なっており、それが被験者に自らの方向感覚を自己評価させるというテスト (方向感覚自己評価テスト) の結果と相関があることを明らかにした。これ以降心理学の分野では、方向感覚自己評価テストと3次元空間の理解・認識度や人格特性などを測定するテストとの相関を求めた研究が数多くなされている^{文4-3) ~ 4-7)}。しかしながら、これらの研究はいずれもペーパーテストによって得られた個人の傾向の相互比較にとどまっており、実際の空間における行動についてそれがどのような意味を持つのかについて検証したものは見られない。

そこで本研究では、まず、人が方向を把握する際の方略について、Sadallaと同様に自己中心的な系による把握と客観的な系による把握の2種類に分け、実際に空間内を移動する際には、この両者を組み合わせることによって方向を把握しているものと考え。前者は行為主体の移動に伴う身体運動感覚と視覚情報の流動によって成り立ち、自身の空間内における位置が問題となるのに対して、後者は行為主体の空間内における位置とは独立したランドマークなどの空間に方向性を与える視覚情報によって成り立つと考えられる。特に移動経路が長く曲折数が増えるなど複雑になった場合には、

それに伴う身体運動も複雑になり自己中心的な系で方向を把握し続けることが困難になるものと予想されるが、このような場合においては、ランドマークなどの空間に方向性を与える視覚情報を周辺環境から得ることによって、客観的な系で方向を把握するものと考えられる。第2章、第3章で用いた視環境シミュレータでは身体運動感覚を再現することができないため、このような方向の把握が経路探索に及ぼす影響について論じることはできなかった。

本章では、経路探索に利用される重要な情報の1つと考えられる空間内での方向の把握について、それが身体運動を規定する経路の形状や周辺環境にある視覚情報によってどのような影響を受けるのかについて実空間における実験から明らかにする。また、方向把握の正確さが個人によって異なることが既往の研究によって明らかにされているが、その違いによって実際の空間における経路探索時に手がかりとして利用される情報がどのように異なるのかについて明らかにする。

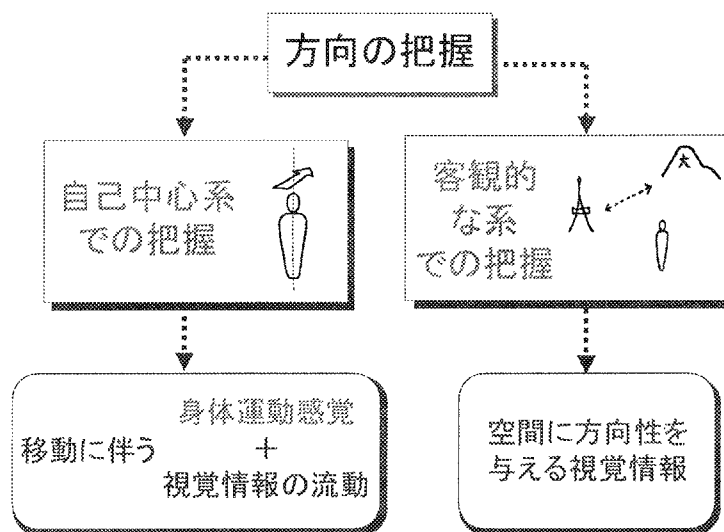


図4-1 方向把握の方略

4-2 同一平面内の移動における方向把握

4-2-1 実験の目的

人が空間内における方向を把握する際の方略には、前述したように、自己中心的な系による把握と客観的な系による把握の2種類がある。実際の空間移動時には、人はこの両者を状況に応じて組み合わせることによって空間内での方向を把握していると考えられる。例えば、移動経路が長く複雑な時には移動に伴う身体運動感覚と視覚情報の流動によって自己中心的な系で方向を把握し続けることが困難になり、周辺環境からランドマークなどの空間に方向性を与える視覚情報を得て客観的な系で方向を把握する状況があると推察される。そして、このような場合に客観的な系で方向を把握できるかどうかは周辺環境から得られる視覚情報によって異なると考えられる。

本実験では、人が空間内を移動する際に、方向把握の方略として自己中心的な系と客観的な系を状況に応じてどのように使い分けているのかを明らかにすることを目的とする。方法としては、建築内部空間において1本の実験経路を設定し、その経路上の経路選択地点において得ることのできる視覚情報を系統的に変化させた経路探索実験を行い、その結果から、経路移動時における自己中心的な系での方向把握の正確性、および、周辺環境にある視覚情報の客観的な系での方向把握に及ぼす影響について検証する。

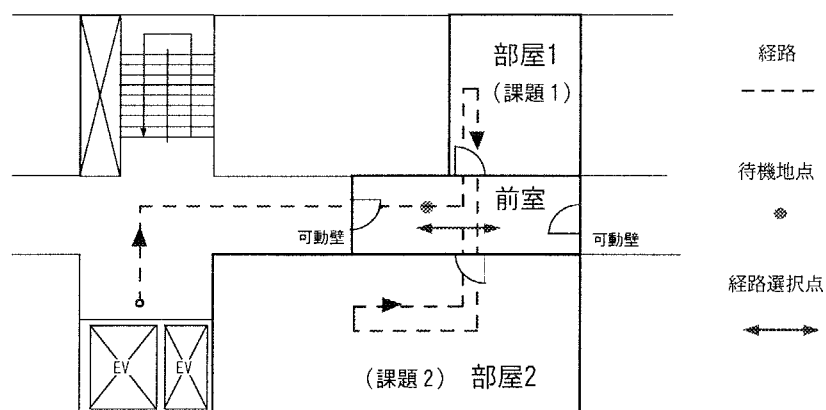


図4-2 実験経路

4-2-2 実験の方法

実験は、図4-2に示す東京工業大学の建物内の2部屋（部屋1、部屋2）と、それらの部屋に面した廊下の一部を可動壁で仕切った空間（前室）を用いて行った。被験者を点線で示した経路に沿って前室を通り部屋1、部屋2へと導き、それぞれの部屋でダミーの課題を与え、部屋2での作業終了後、そこから退室させもと来た方向へ戻らせるというものである。この前室部分では、その左右に異なる空間構成要素を配置することによって、空間に方向性を与えている。つまり、部屋2の入り口から前室を見た時には、その見えが左右で異なっており、自身が来た方向を識別する手がかりとなる視覚情報を得られるものである。ここで、この空間構成要素は、被験者が部屋2でダミー課題に従事している間に、最初にあった位置から、部屋2の入り口を中心として左右対称となる位置に移動する（図4-3～4-5）。これは、被験者が前室にある空間構成要素によって自身が部屋2に入った方向を特定した場合には、そこを退室する際には実際に入室した方向とは反対の方向に進むことを意図したものである。つまり、被験者が自己中心的な系で自身が入室した方向を把握した場合には空間構成要素の移動に関わらず正しく入室した方向へ戻り、前室部分の視覚情報に基づき客観的な系で方向を把握した場合には反対方向を選択するように設定したものである。これにより、方向把握の方略の違いを、その経路選択時の行動から明らかにすることができる。

前室に配置する空間構成要素は、それによって提供される視覚情報が客観的な系での方向把握に及ぼす影響を調べるため、ポスターや観葉植物といった要素的なものから、色の異なる壁面や空間の奥行きの変化、さらには明るさの違いやといった環境的なものを用意した。そして、それらを組み合わせることによって、空間に方向性を与える視覚情報として、その冗長性が異なる表4-4に示す3種の実験条件を設定した。全被験者の半数については、前室の視覚情報をより意識させるため、部屋1に入室する前に前室にて約2分間待機させた。各部屋で与えたダミー課題はそれぞれ、部屋1＝課題1：視環境シミュレータを用いた空間評価実験（所要約30分）、部屋2＝課題2：自身の性格に関するアンケート（所要約15分）である。部屋2を出た後の前室における被験者の行動は隠しカメラによって記録し、被験者が前室を出た時点で再度部屋1に呼び戻し、そこで自身の行動を記録したビデオを見せながら経路選択理由および空間構成要素の移動に気付いたかをインタビューする。ダミー課題や隠しカメラを含め実験の手順は、被験者が経路選択という実験目的を知ることによって意識的に経路を記憶するような不自然な状況を避け、より日常に近い状況での行動を再現できるように配慮したものである。被験者としては、20歳以上の大学生を表4-1に示すとおり各設定男女3人ずつ、合計36人を用いた。

表 4-1 実験条件

設定	A	B	C
視覚情報	要素的信息	明るさ＋ 廊下の奥行き	明るさ＋ 壁面の色＋ 要素的信息
廊下にて待機（2分間）	6	6	6
待機なし	6	6	6

(人)

A 要素的信息（ポスター・観葉植物）

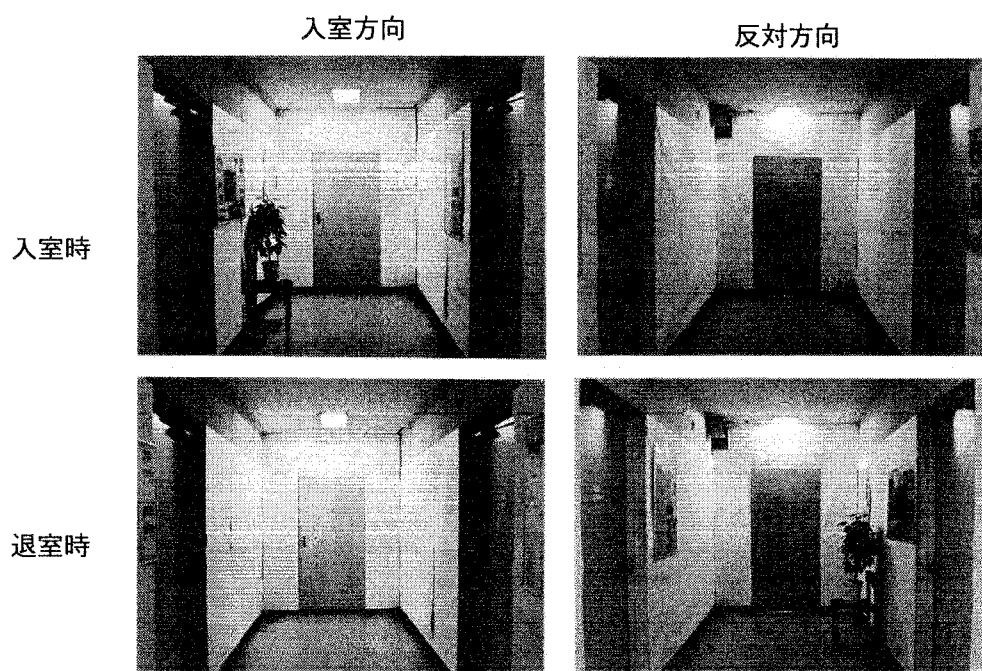


図 4-3 前室における空間構成要素の配置（設定 A）

B 明るさ + 廊下の奥行き

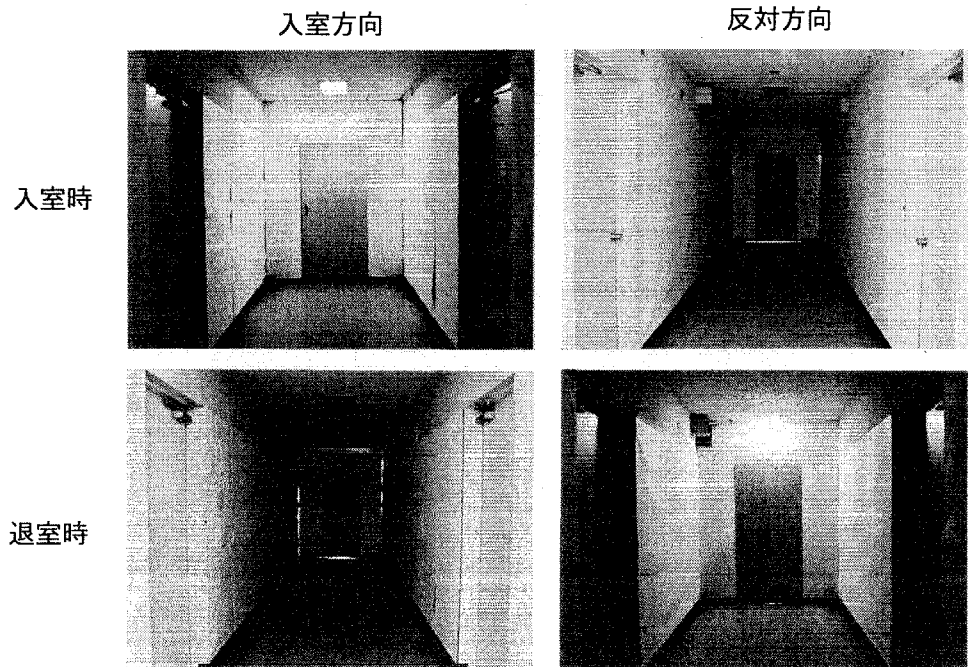


図4-4 前室における空間構成要素の配置（設定B）

C 明るさ + 壁面の色 + 要素的信息

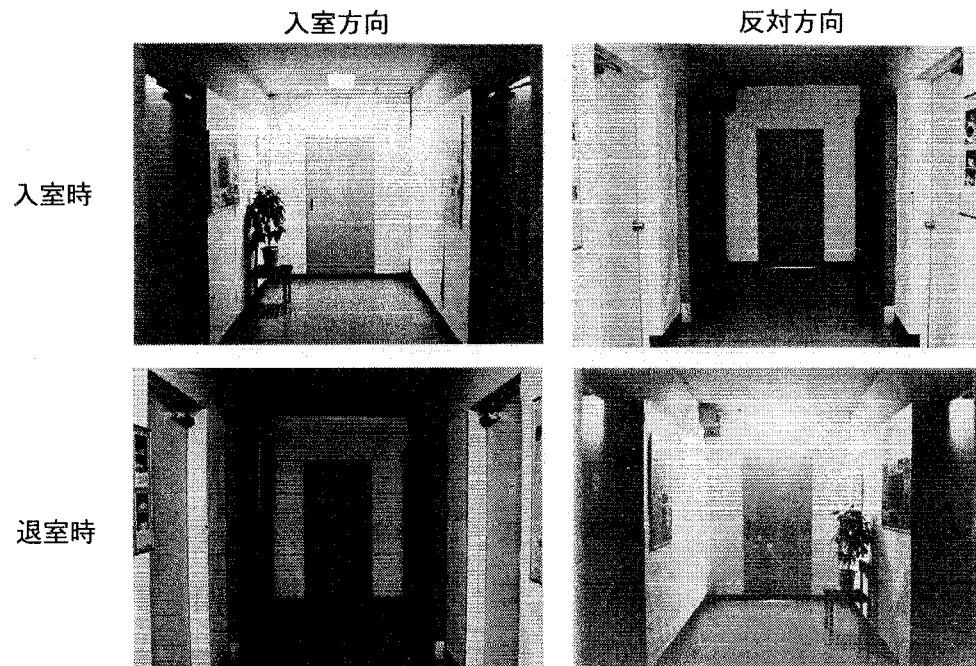


図4-5 前室における空間構成要素の配置（設定C）

4-2-3 結果と考察

図4-6は、部屋2から出た直後の被験者の行動を示したものである。被験者は部屋2での課題終了後、エレベータに乗って帰るように指示されており、部屋を出て自分が来たと認識している方向へ戻るものである。「反対方向を見ず入室方向へ進む」は部屋を出た後、周りを見まわすことなく真っ直ぐに入室方向（エレベータのある方向）へ進んだことを、「反対方向を見て入室方向へ進む」はエレベータとは反対の方向（右方向）を見るが、最終的には入室方向へ進んだことを、「反対方向を選択」はエレベータとは反対の方向を選択したことをそれぞれ表す。また、図4-7は各実験条件において廊下に付加した空間構成要素（ポスターおよび観葉植物、色の異なる壁面、廊下の奥行きの違い、明るさの違い）に気付いたかどうかを被験者にインタビューした結果である。

これらによると、全ての条件において半数以上の被験者が、部屋2を出た地点で「反対方向を見ず入室方向へ進む」行動をとっている。特に、要素的情報のみを付加し廊下で待機しなかったグループでは全員がこの行動をとっていることがわかる。経路選択理由を尋ねたインタビューにおいては、これらの被験者の全員が廊下に付加された視覚情報の位置が入れ替わっていたことに気付かなかった、もしくはその存在自体に気付かなかったと答えている。「反対方向を見て入室方向へ進む」行動を示した被験者についても同様に廊下に付加された視覚情報には気付いていないと答えており、反対方向を見たのは、特にその場で入室方向を特定する為の視覚情報を得るためではなかったといえる。したがって、これらの被験者は、廊下に付加された空間に方向性を与える視覚情報ではなく、自己中心的な系で把握した方向に基づいて経路を選択したといえる。つまり、今回の実験設定では、自己中心的な系による方向の把握が困難で、前室で得られる視覚情報によって客観的な系で方向を把握するだろうとの当初の予想に反して、被験者は部屋へ入室するまでの経路移動時に身体運動感覚によって正しく方向を把握し、さらに各部屋におけるダミー作業後もそれを正しく記憶できており、経路選択時には、そのような自己中心的な系で把握した方向を頼りにしていることが明らかになった。

その一方、廊下に付加された視覚情報が多くなるにつれて、また、廊下での「待機なし」よりも「待機あり」の設定のほうが、「反対方向を選択」した人数が多くなっている。これらの被験者は、後のインタビューでも廊下に付加された視覚情報に基づいて進行方向を選択したと回答している。したがって、これらの被験者は、自己中心的な系ではなく客観的な系によって把握された方向に基づいて経路を選択したといえ、廊下に付加された視覚情報が客観的な系による方向の把握の為の手がかりとして利用されたことを示している。したがって、客観的な系での方向を把握を助ける空間に方向性を与える視覚情報としては、ポスターやブランターなどの要素的な視覚情報だけではなく、それに明るさの違いや空間形状の変化などの環境的な情報を組み合わせた幅広く冗長な視覚情報が必要だといえる。

以上、本実験では同一平面内における比較的単純な経路移動時には、自己中心的な系で正しく方向を把握することができ、それに基づいて正しく経路探索できること、客観的な系での方向把握には冗長な視覚情報が必要であることが明らかになった。

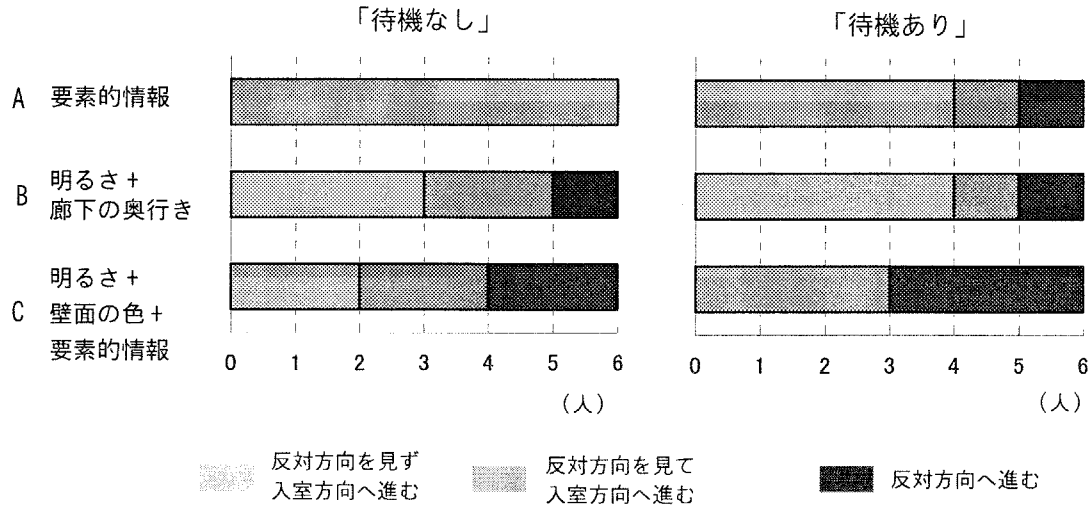


図4-6 部屋2を出た後の行動

廊下の視覚情報に気付いたか？

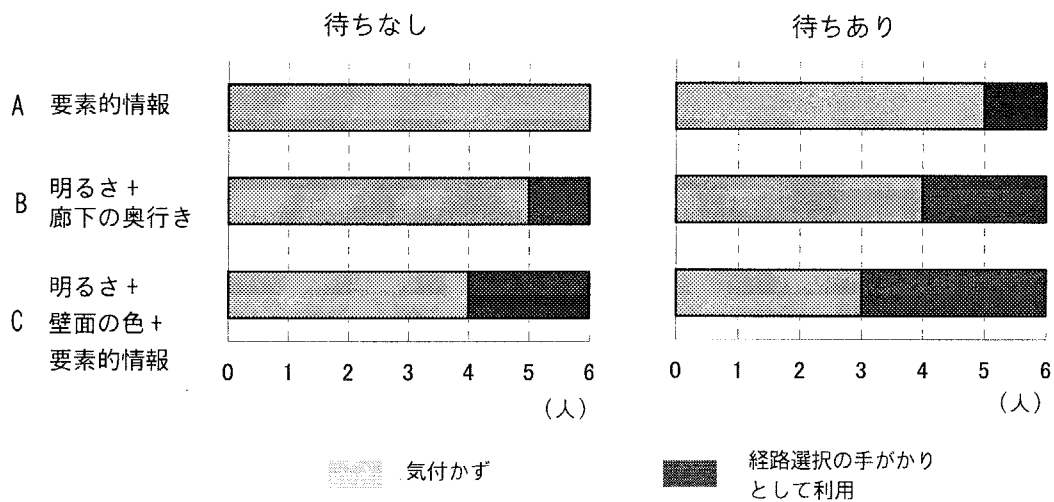


図4-7 視覚情報の認識

4-3 上下方向の移動を含む経路における方向把握

4-3-1 実験の目的

先の実験では、同一平面内の比較的単純な経路を移動する際には、移動に伴う身体運動感覚と視覚情報の流動によって自己中心的な系で正しく方向を把握することができ、それを経路選択の為の手がかりとして利用することが明らかになった。しかしながら、経路中の曲折数が増加したり、曲折角度が直角でない場合や、さらには、経路が複数階にわたるなどといった場合には自己中心的な系で方向を把握することはより困難になると予想され、空間に方向性を与える視覚情報によって客観的な系で方向を把握する必要が増すと考えられる。

近年増加している複合的な大規模建築では同一平面内だけに限らず複数階にわたって移動する機会が多く、私達はそのような場所では自分の位置や目的地を見失うといったことをしばしば体験する。上下階への移動手段としての階段やエレベータなどは、単に経路を長く複雑にするだけでなく、方向の把握や経路記憶に対して同一平面上における連続的な移動とは異なる問題を含んでいると考えられる。つまり、このような場合、経路は3次元的に連続して捉えられるのではなく、各階平面上の経路が別々に記憶され、それらが階段などによる上下方向の移動の地点で連結されていると考えられる。そして、1つの階での経路の終点と次の階の経路の始点との位置関係が、上下方向の移動によって、水平方向にずれたり、回転して捉えられるなどするため、上下階の平面の位置関係を正しく把握することが困難になると考えられる。したがって、こういった上下方向の移動が持つ問題点を明らかにする上でも、それを含む経路を取り上げて方向の把握や経路探索に及ぼす影響を明らかにすることは意義があると考えられる。

既往の研究で複数階にわたる経路探索行動を扱ったものとして、Passini^{文4-8)} や日色^{文4-9)} は、商業施設における経路探索行動のプロセスの記述を試みている。舟橋^{文4-10)} は大学キャンパス内の建物において2つの階にわたる経路探索実験を行い、教示や経路の条件によっては階段が経路全体を把握する上での重要な要素となり得ることを述べている。Montello^{文4-11)} は、複合施設において異なる階の上下に重なり合った2経路を別々に学習させ、その相互の位置関係の捉え方から、人の空間認知の過程を明らかにしている。しかしながら、階段やエレベータなどによる上下方向の移動自体が方向の把握や経路探索にどのような影響を与えるのかについて考察した研究は見られない。

本実験では、複数階にわたって建築空間内を移動する際に、階段などの上下方向の移動が方向の把握に与える影響と、周辺環境にある視覚情報が客観的な系での方向把握に及ぼす影響について実験的に明らかにすることを目的とする。

4-3-2 実験の方法

図4-8に示す東京工業大学本館の折り返し階段を途中に含む実験経路において方向指示実験を行った。実験手順は、出発点において被験者自身に目印を置かせた後、実験経路を実験者に先導されながら途中の3地点において、図4-9に示す方位磁針を模した方向指示板の矢印を回転させることにより、出発点に置いた目印の方向を指示させるというものである。方向を指示させる3地点はそれぞれ、同一平面のみの移動で上下方向の移動の影響を受けない地点Ⅰ、階段による上下方向の移動後の地点Ⅱ、その後さらに1回の曲折を経た地点Ⅲである。地点Ⅰ、Ⅱはそれぞれ窓のない廊下であり、地点Ⅲは、右側および正面突き当たりに窓のある廊下にある。ここで、2Fの階段直後の廊下には進行方向右手突き当たりに窓があり、その外に見える景色が方向を与える手がかりとなる可能性があるため、地点Ⅱは一度曲折を経た窓の見えない廊下上の地点とした。被験者の指示した方向は、その進行方向を0度として、方向指示板の目盛から時計回りでその角度を読み取り実験者が記録した。

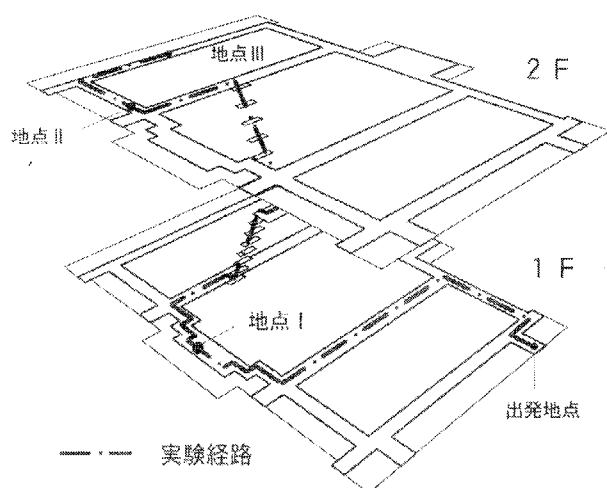


図 4-8
方向指示実験経路
(東京工業大学本館)

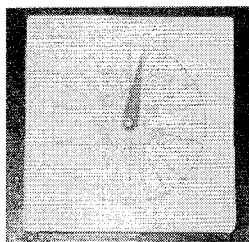


図 4-9 方向指示板

4-3-3 結果と考察

方向指示実験の結果を正しい方向とのずれの大きさに応じて、3段階に評価した。まず、実験経路における曲折が各々 90° であることから、これを基準に考え、方向を指示する際の誤差として $\pm 5^\circ$ を許容し、正確な方向に対してのずれが $\pm 50^\circ$ 以内のものを「ほぼ正確」と判定し、その半分の $\pm 25^\circ$ 以内のものを「正確」とした。またこれ以上ずれているものは「不正確」とした。図4-10に実験結果の例を示す。これは、実験により得られた指示角度の度数分布からも、正確な方向とのずれが $\pm 50^\circ$ 以内のものとそれ以上ずれているものとで分布が分かれており、妥当な判定基準であると考えられる。Kozlowski^{文4)} や Lawton^{文4)} はこのような方向指示実験の結果が個人の方向感覚と関係があることを示しており、個人の方向を把握する能力を調べるうえでもこの実験は有効であると考え、被験者をその成績に基づき表4-2のように分類した。

グループAは全ての地点において「正確」な方向を指示した被験者7名であり、これらの被験者は同一平面内の移動だけでなく、上下方向の移動がある場合でも、正確な方向を保持し続ける能力があるといえる。グループBの2名は全ての地点において「ほぼ正確」な方向を指示した被験者であるが、その内容を見ると、地点Ⅰにおいて正しい方向から 50° 程度ずれた方向を指示した後、地点Ⅱ、Ⅲにおいてともに地点Ⅰで指示した方向を正確に指示している。このことはこれらの被験者が地点Ⅰにおいて目印の方向を尋ねられることによって初めて方向について意識し、そこで自身が指示した方向を正しい方向であるとみなしたことが、その後の結果に影響したものと考えられる。グループCの被験者4名は、地点Ⅰにおいてはおおむね正確な方向を指示しているものの、地点Ⅱにおいては誤った方向を指示している。これらの被験者は、同一階内の移動時にはある程度方向を把握できていたが、階段による上下方向の移動によって方向を見失なったことを示しているといえる。しかし、その後地点Ⅲにおいては再びおおむね正確な方向を指示している。このことは、これらの被験者が、地点Ⅱから地点Ⅲへの移動途中や地点Ⅲにおいて、窓の外景色など周辺環境から何らかの情報を得ることにより正しい方向を再認識できたということであり、自己中心的な系での方向を見失った場合でも、客観的な系によって再び方向を把握することができることを示している。グループDの被験者3名については、同一階内のみの移動である地点Ⅰの時点で既に誤った方向を指示しており、正しい方向を把握・維持する能力が他の被験者と比較して低いといえる。また、被験者15、16においては地点Ⅲにおいても誤った方向を指示しており、これらの人は環境から情報を得て正しい方向を再認識することもできないといえる。

以上、本実験では、経路移動時にどの程度正しく方向を把握できるかは個人によって異なっていること、上下方向の移動によって方向を見失う場合があること、一度方向を見失った場合でも周辺環境から情報を得ることにより再び正しい方向を再認識できることが明らかになった。したがって、分かりやすい空間としては、上下方向の移動手段の前後に窓などの空間に方向性を与えるような視覚情報を配置し、より多くの人に客観的な系での方向把握を助けることが重要である。

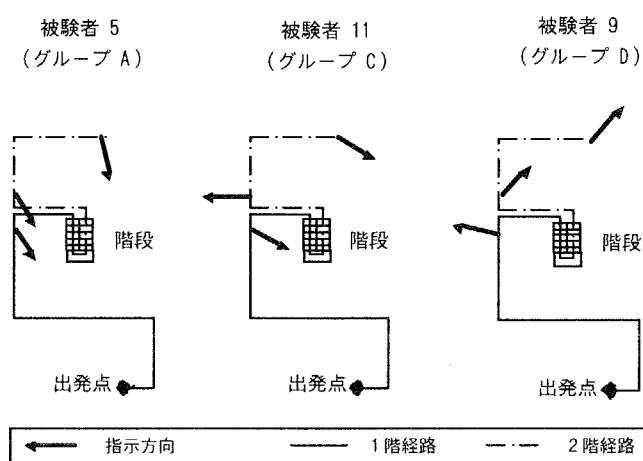


図 4-10 方向指示実験の結果例

表 4-2 全被験者の実験結果

グループ	被験者	方向指示実験		
		地点Ⅰ	地点Ⅱ	地点Ⅲ
A	1	○	○	○
	2	○	○	○
	3	○	○	○
	4	○	○	○
	5	○	○	○
	6	○	○	○
	7	○	○	○
B	8	△	△	△
	9	△	△	△
C	10	△	×	△
	11	△	×	○
	12	△	×	△
	13	△	×	○
D	14	×	×	△
	15	×	×	×
	16	×	×	×

○ 正確
($\pm 25^\circ$ 以内)

△ ほぼ正確
($\pm 50^\circ$ 以内)

× 不正確
($\pm 50^\circ$ 以上)

4-4 上下方向の移動を含む経路探索

4-4-1 実験の目的

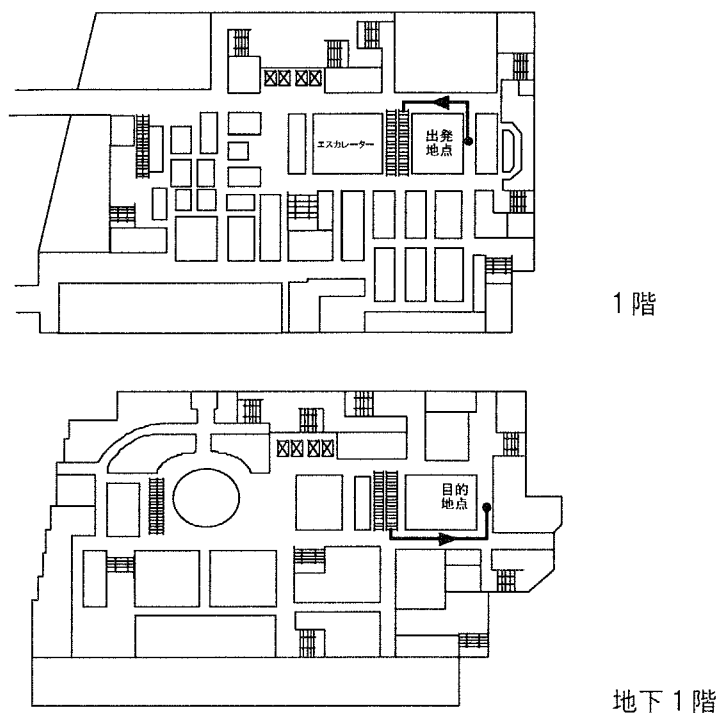
先の実験では、階段による上下方向の移動によって方向を見失う場合があることが明らかになった。このことは経路探索時にはそのような上下方向の移動直後の地点において迷いや誤りが発生する可能性があることを示唆しているといえる。階段以外の上下方向の移動手段としては、他にエレベータやエスカレータなどがあり、それぞれ移動前後での上下階における位置関係や、移動時における曲折などの身体運動、視覚的な体験が、階段の場合とは異なっている。エレベータによる上下移動では、上下階で水平方向の位置は変わらないが、ケージに入ることによって視覚的に外界から一旦遮断される。エスカレータによる移動ではその途中に曲折は含まれないが上下階で水平方向の位置がずれる。したがって、上下方向の移動手段の違いによって方向の把握や経路探索に及ぼす影響は異なるものと考えられる。

また、経路移動時にどの程度正しく方向を把握できるかは個人によっても異なることが明らかになった。経路探索時において、人は周辺環境から様々な情報を手がかりとして利用するが、自身の身体運動感覚によって自己中心的な系で捉えられた方向もそのうちのひとつと考えられる。したがって、方向を把握する能力が違う場合には、経路探索の為の手がかりとして利用する情報やその行動が異なると考えられる。

そこで本実験では、上下方向の移動手段の違いや個人による方向を把握する能力の違いによって、経路探索時に利用される情報や経路探索行動がどのように異なるのかを明らかにすることを目的とする。

4-4-2 実験の方法

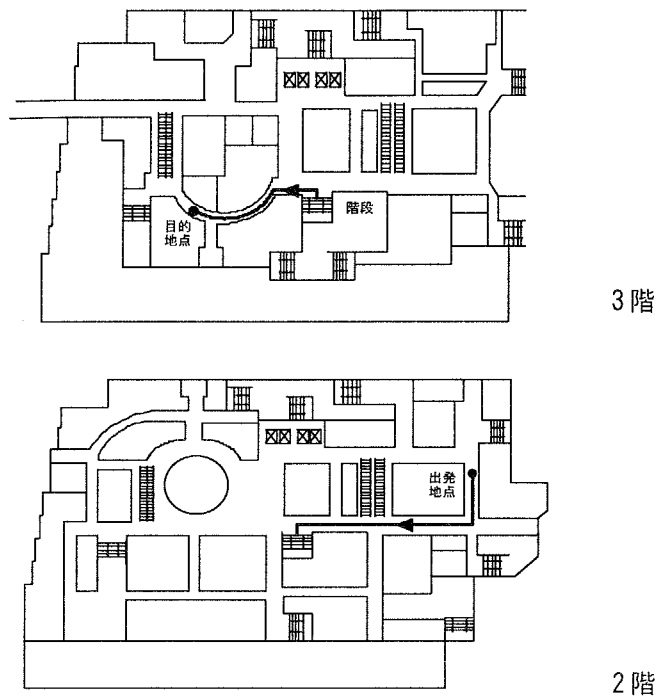
大型商業施設であるT百貨店において異なる上下方向の移動手段を含む2つの階にわたる実験経路を設定し経路探索実験を行う。それぞれの経路は、エレベータを含む経路（4F→6F）、エスカレータを含む経路（1F→B1F）、同じ折り返し階段を含み、階段取り付け部にある視覚情報が異なる2経路（1F→2F、5F→4F）の計4経路である。実験経路の設定にあたっては、出発地点から目的地点まで不自然な大回りを避けできるだけ最短距離になるようにし、また教示では、商品の選定などの仮の課題を与えて、日常行う経路探索行動により近くなるよう心掛けた。実験手順は、仮の課題にしたがって、それぞれの経路において実験者が出発地点から目的地点まで被験者を誘導し、そこから被験者に出発地点まで独力で戻らせる「試行1」、再度目的地点まで独力で歩行させる「試行2」を行うというものである。それぞれの試行における上下方向移動直後の経路選択点での被験者の行動を記録し分析する。行動の記録は、実験に用いた建築が商業施設でVTR撮影が許可されなかったため、被験者の動きを実験者が口頭で説明し、それを携帯型テープレコーダに録音するという方法で行った。実験は4経路について同様の手順で行ったが、被験者が実験経路の区間だけを意識的に記憶するような不自然な状況を避けるため、実験経路間の移動の際にもダミー課題を与えるなどし、被験者が特定の経路が実験経路であると悟ることのないよう工夫をした。全経路終了後には各々の経路の経路選択地点に再度戻り、被験者に経路選択の理由をインタビューした。各実験経路の平面図と仮の課題の教示の詳細を図4-11～4-14に示す。



場所	試行	教示
出発地点	試行1	教示1:「ここがスタート地点です。ここで、このなかから、お世話になった方へのお歳暮を一つ選んでください。」 「では次に、仲の良い友人にクリスマスプレゼントを選びにいきます。ついてきてください。」
↓		
目的地点	試行2	教示2:「この中から、友人へのクリスマスプレゼントを一つ選んでください。」ここで商品が決まると、その金額に応じて、 「それをプレゼントにしたら、先程のお歳暮と合わせて、少し予算が余ります(足りなくなります)。先程のお歳暮をかえるか、決めようと思いますので、先程のお歳暮を選んだ出発地点へと戻ってください。」
↓		
出発地点		教示3:「ここで、お歳暮を別の商品にするか、クリスマスプレゼントを別のものにするか、決めてください。」 決まったところで、「では、お歳暮はそれにすると、クリスマスプレゼントを買いにいきましょう。」
↓		
目的地点		教示4:「以上でこの課題は終わりです。」

 実験者が誘導
 被験者が独力で歩行

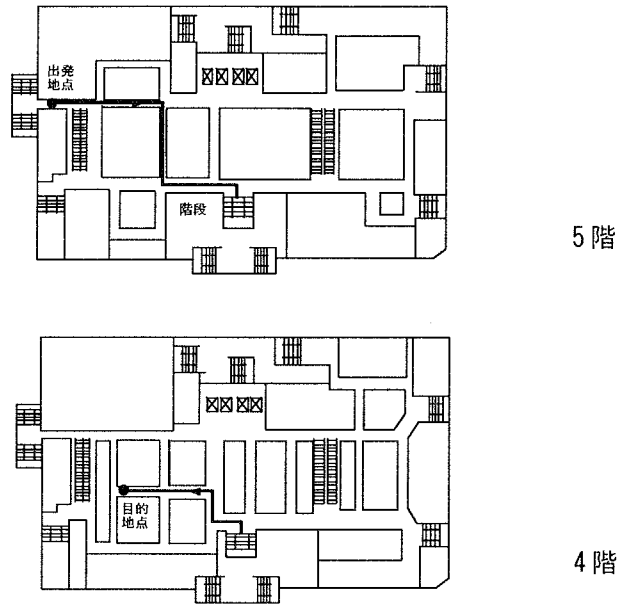
図4-11 エスカレータ経路実験詳細



場所	試行	教示
出発地点 ↓ 目的地点	試行1	教示1:「ここがスタート地点です。ここで、これから先程選んだクリスマスプレゼントに、C.Dを添えて贈ろうと思うので、C.Dを選びにいきます。ついてきてください。」 教示2:「この中から、友人へのクリスマスプレゼントに添えて贈るC.Dを、一枚選んでください。」 「それを、先程のプレゼントと一緒に包装してもらおうと思いますので、先程のプレゼントを選んだ場所へと戻ってください。」
出発地点 ↓ 目的地点	試行2	教示3:「ここで、C.Dと一緒に包装してもらおうと思ったところ、ここではできないので、先程のレコード屋で包装してもらうように言われました。先程のレコード屋に戻りましょう。」 教示4:「以上でこの課題は終わりです。」

 実験者が誘導
 被験者が独力で歩行

図4-12 階段1経路実験詳細



場所	試行	教示
出発地点		教示1：ミキハウス（子供用品店）前で 「ここがスタート地点です。親戚の子供に、クリスマスプレゼントに靴を贈ろうと思うので、この中から一つ選んでください。」 「選んだら、今度は、靴と一緒に縫ぐるみをプレゼントしようと思いますので、縫ぐるみを探しにいきます。ついてきてください。」
↓		
目的地点 (地点リ)	試行1	教示2：「この中から、親戚の子供へのクリスマスプレゼントに贈る縫ぐるみを、一つ選んでください。」 「ここで、先程買った靴のサイズが、小さいことに気付きます。大きいサイズのものが無いと大変ですから、もっと大きいサイズのものと交換してもらうために、先程のプレゼントを選んだ場所へ、急いで戻ってください。」
↓		
出発地点	試行2	教示3：「靴は大きいサイズのものと交換してもらえました。これで安心して、縫ぐるみを買に行けます。先程縫ぐるみを選んだ場所に行きましょう。」
↓		
目的地点		教示4：「以上でこの課題は終わりです。」

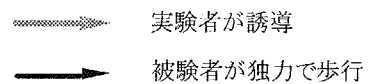
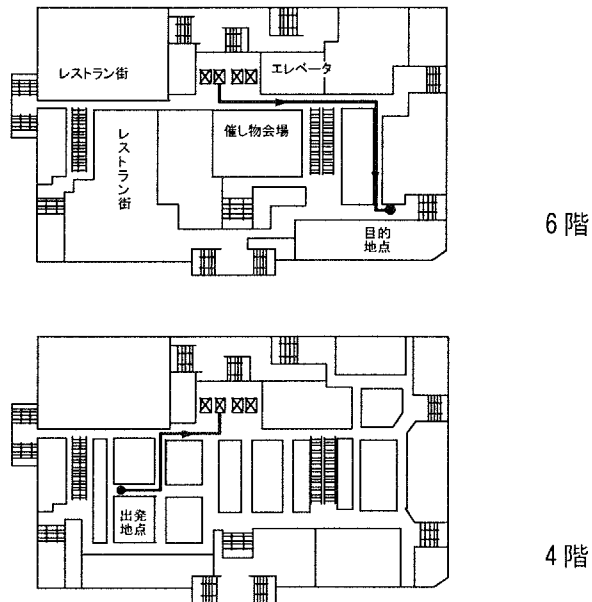


図 4-13 階段 2 経路実験詳細



場所	試行	教示
出発地点		教示1:「ここがスタート地点です。これから、自分の部屋に置く勉強机を選びにいけますまずは、付いてきてください。」
↓		
目的地	試行1	教示2:「このなかから自分の部屋に置く机を一つ選んでください。」 「選んだその机を買おうと思ったところ、先程買い物をしてきたところで、カードを忘れてきたようです。取りに行ってください。」
↓		
出発地点	試行2	教示3:「カードはありました。返してもらったので、改めて、先程の机を選びにいきましょう。」
↓		
目的地		

 実験者が誘導
 被験者が独力で歩行

図4-14 エレベータ経路実験詳細

4-4-3 上下方向の移動手段の違いによる影響

各実験経路の上下方向移動直後の経路選択点における被験者の行動について、周囲を見回したり立ち止ったりする「迷い」行動と、誤った経路を選択して進む「誤り」行動に分類した。図4-15は、各実験経路の経路選択地点における「迷い」と「誤り」の発生回数を示したものである。ここで、同じ実験経路においても試行1と試行2では上下方向移動直後の経路選択点の場所（階）は異なる。例えば、図4-11に示すエスカレータ経路について見ると、試行1における経路選択点は1階のエスカレータを降りた直後の地点であり、試行2においては地下1階のエスカレータを降りた地点になる。

上下方向の移動手段の違いについてみると、上下方向の移動部分に回転運動を伴わないエスカレータは他の移動手段に比べて「迷い」や「誤り」が少ないとした当初の予想に反して、移動手段の違いによって説明できるような明確な関係は見られず、同じ移動手段であっても、エレベータ経路のように、経路選択点によって「迷い」や「誤り」の発生回数に大きな差のある場合がある。特に、エレベータ経路試行2（4階）の経路選択点においては「誤り」の発生回数が全課題の中で最も多くなっている。この原因としては、経路選択点から見渡せる床や天井の仕上げが均一で、明確な目印となるサインや商品がないなど、そこからの左右のシーンが似通っていたことが考えられる。また、経路周辺にある視覚情報によって進むべき方向を特定できない状況では、自己中心的な系で把握した方向に頼ることが考えられるが、この場合は目的地点から出発地点に戻る課題であるために、先に実験者に先導された際に体験した経路を逆向きに進む必要があり、身体回転など方向に関する記憶が混乱しやすいことも挙げられる。これに対し、同じ上下方向の移動手段であるエレベータ経路試行1では、「誤り」や「迷い」が全選択点中最も少なくなっている。これは、経路選択点の右方向がレストラン街になっており、通路上にそれを示す大きなサインがあり床や天井の仕上げも他とは異なっているのに対して、左方向は催し物会場でお歳暮用の商品が山積みされていたため、そこにおけるシーンが左右で大きく異なり、空間に方向性を与える明確な視覚情報が提供されていたことが原因と考えられる。この結果から、上下方向の移動直後の地点においては、その場で得ることのできる視覚情報が経路探索行動に大きな影響を与えていることが明らかになった。

4-4-4 経路選択理由の分析

次に経路探索行動の個人差について考察する。経路探索実験の最後に被験者に経路選択の理由をインタビューした際に挙げられた回答について、その内容にしたがって表4-3のように分類した。「方向」は被験者が経路選択理由として「あっちの方向だった」や「左手のほう」などと答えたもので、これは移動に伴う身体運動感覚と視覚情報の流動によって自己中心的な系で把握した方向に基づくものであると考えられる。「空間的な特徴」は廊下の形状や奥行きなど3次元的な空間の作られ方に基づくもの、「表面的特徴」は床や天井の仕上げといった表面的な特徴によるもの、「要素的特徴」はサインや陳列されている商品などの注視対象となりえる要素的な情報である。

表4-4は、各被験者の行動と経路選択理由を、先の方向指示実験の結果を合わせて表記したものである。被験者の行動については全実験経路の合計8つの経路選択点における「迷い」と「誤り」の合計回数を示し、経路選択理由についても同様にそれぞれの理由が挙げられた回数を表記した。

これによると、方向指示実験において全ての地点で正確な方向を指示したグループAの被験者は、経路選択理由として、空間的な特徴や要素的特徴についても挙げているが、方向を最も多く挙げている。経路選択点における行動では、「迷い」や「誤り」の発生回数が他の被験者と比較して少なくなっている。したがって、これらの正しく把握する能力の高い被験者は、経路探索時には、自己中心的な系で把握した方向をてがかりとして、正しく経路を選択することができるといえる。これに対して、グループCやDの、方向指示実験の成績が良くなかった被験者については、経路選択理由としては方向をほとんど挙げておらず、その一方、陳列されていた商品やサイン情報などの要素

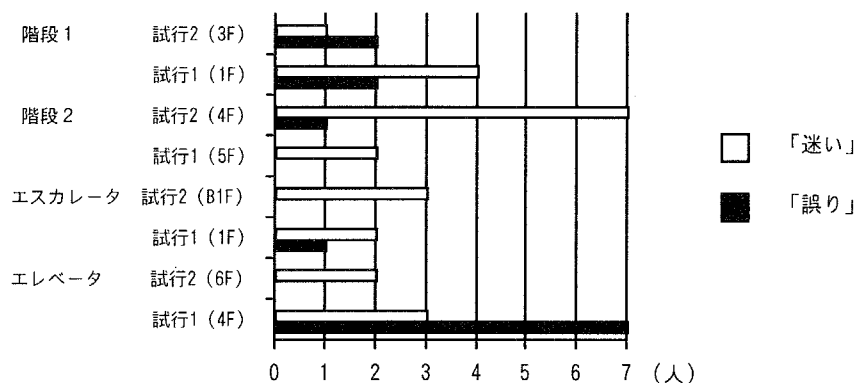


図4-15 各経路選択点における「迷い」、「間違い」発生回数

的な特徴を数多く挙げている。したがって、これらの被験者は経路探索時には、正しい方向を保持することができないためそれを手がかりとして利用することはできず、その代わりに要素的な情報に頼って経路を選択しているといえる。経路選択点における行動では、「誤り」や「迷い」の発生回数が他のグループと比較して多くなっている。特に、前述したエレベータ経路試行2の6階の経路選択点のように空間に方向性を与える明確な視覚情報がある場所や、サイン情報などの明確に経路を特定できる要素的な情報がある場所においては正しく経路を選択しているものの、エレベータ経路試行1の4階の選択地点などそのような明確な視覚情報がない場所においては、「迷い」や「誤り」を発生している。したがって、正しい方向を把握する能力の低い人は、視覚情報に代わる経路探索の手がかりとして自己中心的な系で把握した方向を利用できないため経路探索の成績が悪くなっているといえる。したがって、経路探索を支援する空間のあり方としては、そこに明確な視覚情報を与えることが重要であるといえる。

以上の結果から、正しい経路選択を行うためには方向の把握を含め「環境の変化に応じて異なる種類の情報を柔軟に組み合わせて利用する」^{文4-12)}ことが有効であることが確かめられたが、それができるかどうかは個人によって大きく異なることが明らかになった。また、分かりやすい空間のあり方として、上下方向の移動直後の方向を見失う傾向のある経路選択点においては、空間に方向性を与える明確な視覚情報を配置することが重要であることが明らかになった。

表 4-3 経路選択理由の分類

分類			被験者が挙げた経路選択理由(例)
方向感			あっちの方, 左の方
視覚情報	環境的な情報 ↑ ↓ 注視対象となる情報	空間的な特徴	湾曲した廊下, 天井高, 階段, 雰囲気
		表面的な特徴	床の色, 天井の仕上げ
		要素的な特徴	C.Dの文字, ブーツ, 子供服売り場

表 4-4 実験結果

グループ	被験者	方向指示実験			T百貨店				経路探索行動	
		地点Ⅰ	地点Ⅱ	地点Ⅲ	経路選択理由				「誤り」	「迷い」
					方向	空間的 特徴	表面的 特徴	要素的 特徴		
A	1	○	○	○					0	0
	2	○	○	○					0	0
	3	○	○	○					0	0
	4	○	○	○					0	1
	5	○	○	○					0	4
	6	○	○	○					1	1
	7	○	○	○					1	0
B	8	△	△	△					0	2
	9	△	△	△					2	4
C	10	△	×	△					1	1
	11	△	×	○					1	2
	12	△	×	△					1	2
	13	△	×	○					3	4
D	14	×	×	△					1	2
	15	×	×	×					1	3
	16	×	×	×					2	2

方向指示実験の結果

- 正確
($\pm 25^\circ$ 以内)
- △ おおむね正確
($\pm 50^\circ$ 以内)
- × 誤り
($\pm 50^\circ$ 以上)

経路選択理由に挙げられた回数

- 3回以上
- 2回
- 1回

4-5 まとめ

本章では実際の空間における方向の把握と経路探索行動について下記のことが明らかになった。

(1) 同一平面内における単純な経路移動時には、移動にともなう身体運動感覚と視覚情報の流動によって自己中心的な系で正しく方向を把握することができ、それに基づいて正しく経路探索することができる。

(2) 上下方向の移動によって方向を見失う場合がある。

(3) 方向を見失った場合でも周辺環境にある視覚情報によって客観的な系で正しい方向を再認識することができるが、その可否は個人や環境から得られる視覚情報によって異なる。

(4) 上下方向の移動手段の違いが経路探索に及ぼす影響は、移動直後の地点において環境から得られる視覚情報の違いによる影響に比べて小さい。

(5) 正しく経路探索するためには、方向の把握を含め環境にある幅広い種類の情報を状況に応じて柔軟に組み合わせて利用することが重要であるが、それができるかどうかは個人によって大きな差がある。

以上から、分かりやすい空間のあり方としては、上下方向の移動直後の方向を見失う地点において、空間に方向性を与えるような明確な視覚情報を配置することが重要であることが示された。そこで、次章では、そのような視覚情報が方向の再認識に及ぼす影響についてさらに詳しく検証する。

参考文献

- 4-1) Sadalla, E. K. and Montello, D. R.: Remembering changes in direction, *Environment and Behavior*, Vol.21, No.3, pp.346 ~ 363, 1989.5
- 4-2) Kozlowsky, L. T. & Bryant, K. J. : Sence of Direction, spatial orientation and cognitive maps, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, pp.590-598, 1977
- 4-3) Bryant, K. J.: Personality correallates of sense of direction and geographical orientation, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.43, Pp.1318-1324, 1982
- 4-4) 谷直樹：方向音痴の研究Ⅲ－心的回転速度とYG性格検査との関連－, 日本心理学会第51回大会発表論文集, Pp.204, 1987
- 4-5) Sholl, M. J.: The relation between sense of direction and mental geographic updating, *Intelligence*, Vol.12, Pp.299-314, 1988
- 4-6) 竹内謙彰：方向感覚と方位測定；人格特性及び知的能力との関連, 教育心理学研究, Vol.40, Pp.47-53, 1992
- 4-7) 増井幸恵：方向音痴意識の高い人における往路での振り返り経験が復路と近道の wayfinding に及ぼす影響, 日本心理学会第63回大会発表論文集, Pp.677, 1998
- 4-8) Passini, R. : Wayfinding in Architecture, Van Nostrand Rheinhold, 1984
- 4-9) 日色真帆：商業空間における Wayfinding に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 E-1, Pp.861-864, 1997.9
- 4-10) 舟橋國男：建物内通路における経路探索行動ならびに空間把握に関する実験的研究, 日本建築学会計画系論文報告集, No.429, Pp.61 ~ 72, 1991.11
- 4-11) Montello, D. R., Pick, H.L. : Integrating knowledge of vertically aligned large-scale spaces, *Environment and Behavior*, Vol.25, No.4, pp.457-484, 1993.7
- 4-12) Heft, H : The role of environmental features in route-learning: two expanatory studies of wayfinding, *Environmental Psychology and Non-verbal Behavior*, 3, pp.172-185, 1979

第5章

視覚情報が方向の再認識に及ぼす影響

5-1 本章の目的

5-2 出発点探索実験

5-3 結果と考察

5-4 まとめ

5-1 本章の目的

第4章では、上下方向の移動直後の地点においては方向を見失う傾向があり、そのような場合には周辺環境から窓の外の景色など視覚情報を得ることによって方向を再認識できることが明らかになった。また、方向を正しく把握する能力が低い人は、空間に方向性を与える明確な視覚情報がない地点において、経路探索時に誤りや迷いを発生する傾向があることも明らかになった。したがって、分かりやすい空間のあり方としては、図5-1に示すように、方向を見失う地点において空間に方向性を与える明確な視覚情報を配置し、客観的な系での方向把握を助けることが重要である。ところで、方向の再認識を促すような視覚情報を提供する空間構成としてはどのようなものがあるのだろうか、また、そのような視覚情報の利用傾向は個人によってどのように異なっているのだろうか。

本章では、上下方向の移動直後の方向を見失う地点において、空間の作られ方の違いによって提供される視覚情報が方向の再認識に及ぼす影響とその個人による利用傾向の違いを実験的に明らかにすることを目的とする。方法としては、視環境シミュレータと建築模型を用いて、建築内部空間においてエレベータによる上下方向の移動を含んだ2層にわたる経路を設定し、エレベータを出た直後の地点、つまり方向を見失なった地点において、そこで得られる視覚情報を系統的に変化させた設定の元で経路探索実験を行う。そして、その際の被験者の行動および利用された情報を検証することによって、方向の再認識に有効な視覚情報と、個人による視覚情報の利用傾向の違いを明らかにする。

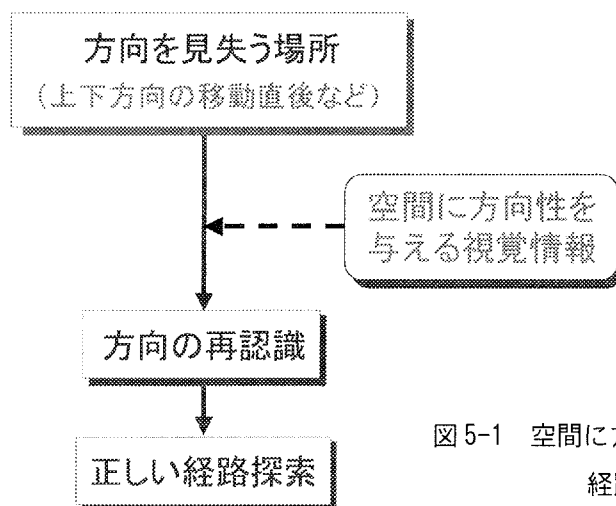


図5-1 空間に方向性を与える視覚情報と経路探索の関係

5-2 出発点探索実験

5-2-1 視環境シミュレータの改良

本章で用いる視環境シミュレータは第2章、第3章で用いたものを改良し、映像をヘッド・マウント・ディスプレイ（以下、HMDという）によって提示し、被験者の頭部の動き（見回し）とCCDカメラの動きを連動させ、人の動作と情報抽出のインターラクティブなシミュレーション性能を高めたものである。また、CCDカメラが取り付けられている鉄製のフレームを改修しカメラの可動範囲を拡大し（旧 $1.8 \times 1.8\text{m}$ → 新 $1.6 \times 4.2\text{m}$ ）、より大きなサイズの縮尺模型を使用できるようにした。

被験者が装着したHMDに取り付けられた磁気センサーにより被験者の頭部の向きを検出し、このデータによりステッピングモータ制御することで頭部の動きとCCDカメラを連動させ、被験者が模型内を自由に見まわすことができる。水平方向の移動については、被験者が座っている回転可能な椅子に上記と同様の磁気センサーを取り付けその向きをカメラの進行方向とし、被験者が持っているマウスの左右のクリックによって前進後退の命令を出すものとした。被験者を椅子に座らせた理由は、HMDの重量による身体的負荷や信号入力ケーブルによる拘束感をできるだけ軽減し、より自由な身体運動を可能にするためであり、また、視方向と進行方向を分離した理由は、直線移動中でも視方向を変化させることで自由な見回し運動を可能にするためである。

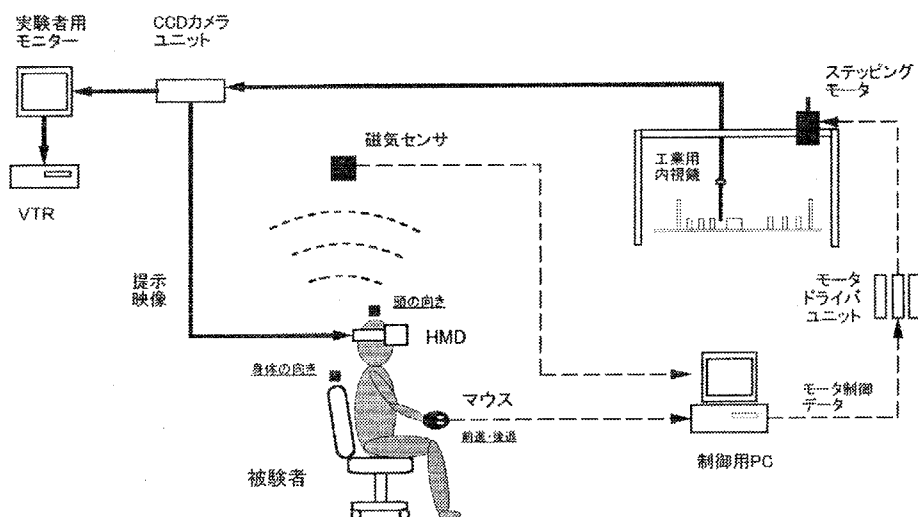


図5-2 視環境シミュレータシステム図

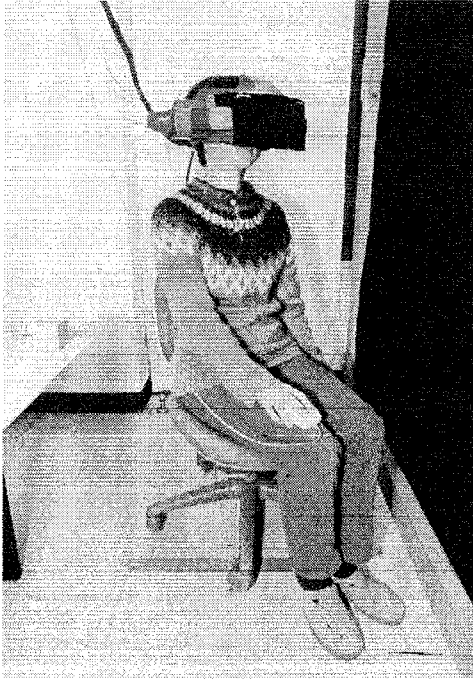


図 5-3

ヘッドマウントディスプレイと被験者

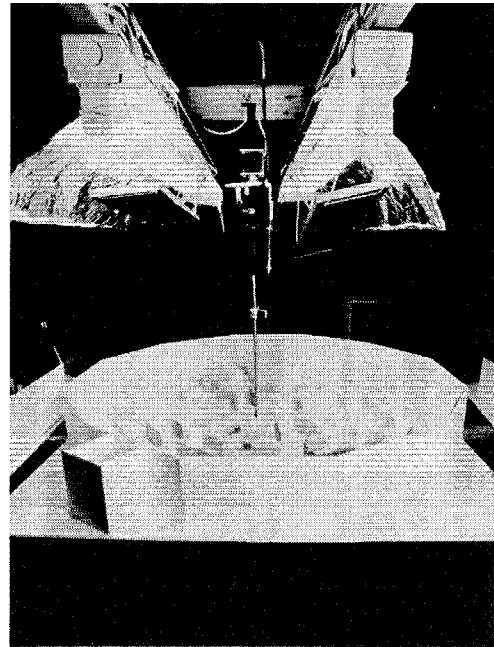


図 5-4

工業用内視鏡と模型

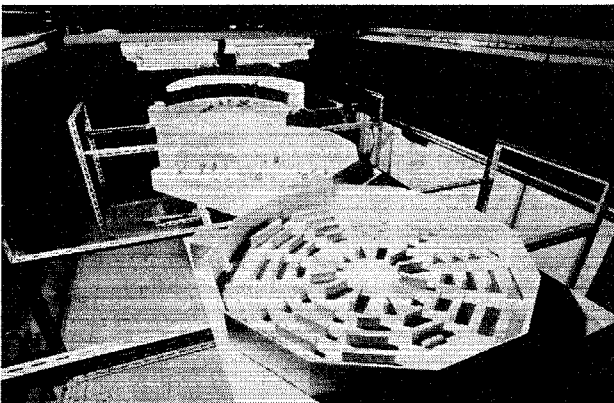


図 5-5 模型とフレーム

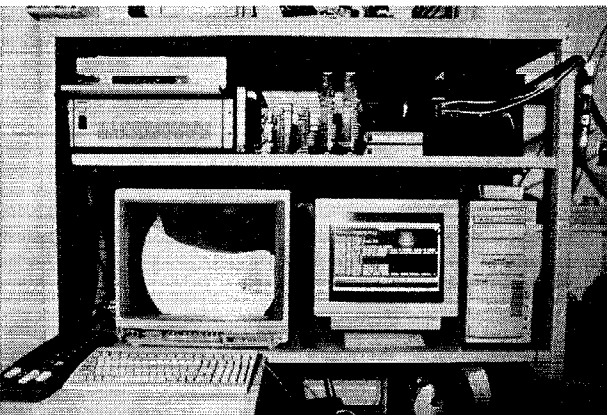


図 5-6 制御装置

5-2-2 実験設定と建築模型

本実験の目的は、空間の作られ方の違いによって提供される視覚情報が方向の再認識に及ぼす影響とその個人による利用傾向の違いを明らかにすることである。建築内部空間において、空間に方向性を与える視覚情報を提供可能な空間構成要素としては、壁面、床面、天井面などが考えられるが、前章の実験での窓によって方向を再認識できたという結果から、ここでは壁面を操作することによって提供される視覚情報に着目し、下記に示す3種の視覚情報の違いについて検証するものとする。

- ①窓の外に景色が見える
- ②壁面の色が一部異なる
- ③方向性を与える視覚情報なし

次に視環境シミュレータを用いた経路探索実験を行うため、上に示した異なる視覚情報をもつ建築内部模型を図5-6に示す3種類製作した。各模型はそれぞれ壁面の一部を変えることによってそれぞれ異なる視覚情報を持っている。

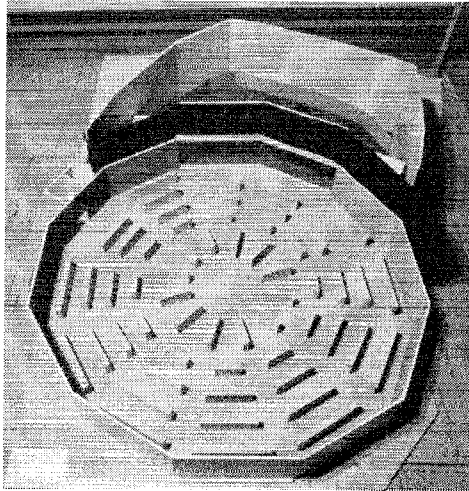
模型ア：12面の壁面の内2面を窓としその外に中庭が見える

模型イ：12面の壁面のうち2面が赤色

模型ウ：壁面は全て白色で統一

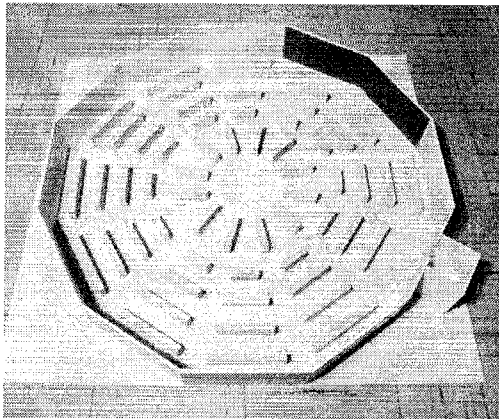
これらの模型の建物用途は、より日常の行動に近い状況の元で実験を行えるよう、実際の日常生活においてしばしば訪れる場所であること、複数回にわたるある程度の長さの経路を移動できること、経路移動時に被験者に何らかの目的を与えられることなどの点に配慮し、図書館と設定した。模型の平面形状はそれ自身が空間に方向性を与えることのないよう12角形とし、本棚の配置も同様の理由から放射状とした。

また、模型上に配置した本棚には、実際の図書館の本棚を模して、それぞれを識別するための固有の文字（模型ア＝ひらがな、模型イ＝カタカナ、模型ウ＝アルファベット）を貼りつけた。



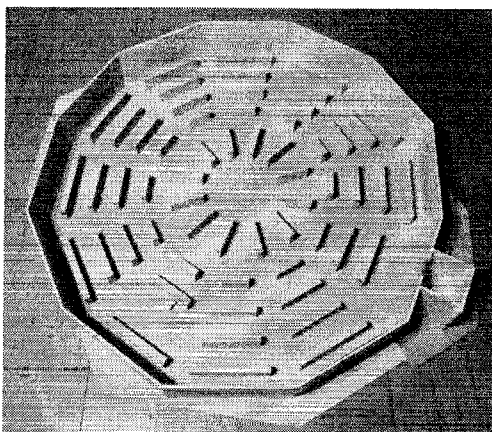
模型ア

12面の壁面の内2面を窓とし
その外に中庭が見える



模型イ

12面の壁面のうち2面が赤色



模型ウ

壁面は全て白色で統一

図5-7 建築内部模型全景

5-2-3 実験の方法

製作した3種類の建築模型を2つずつ組み合わせ、エレベータによる上下方向の移動を含む2層にわたる実験経路を設定する(表5-1、図5-8～10)。被験者は、1階の出発地点(インフォメーションデスク)から、実験者に経路に沿って2階の目的地点まで誘導され、その後、1階の出発地点まで戻るように指示される。この時、1階のエレベータを降りた直後の地点においては、先に述べた実験設定に基づき、それぞれの模型で異なる視覚情報を得ることができる(図5-11)。この1階における被験者のエレベータから出て出発地点を探索する行動を観察することによって、視覚情報が方向の再認識に及ぼす影響を検証する。

この実験方法は、実際の図書館において、インフォメーションデスクで自身が探している本のある場所を尋ね、実際にそこまで行き、再度インフォメーションデスクまで戻って貸し出し手続きをするというような、日常的に起こりうる場面を想定したものである。実験開始前には被験者にこの想定された状況を説明することで、被験者が日常とる行動を再現できるように配慮した。

目的地点まで被験者を誘導する経路は以下の点に注意し設定した。出発地点探索の難度は目的地点まで移動する際の経路形状の影響を受け、経路が極端に短い場合や曲折数が少ない場合は移動時の視覚的体験から出発点の方向を簡単に特定できると考えられるので、複数の不規則な曲折を含んだものとした。特に、設定A、Bでは経路形状が出発地点探索の難易度に与える影響を同じにするため、それぞれの経路形状をエレベータを中心として左右対称形とした。設定Cでは、設定A、Bに比べて経路形状が複雑になることを避けるよう配慮しその長さをそれらに比べ短くした。設定A、Bにおいてはそこに与えられている視覚情報の存在の認識と、出発地点とそれとの位置関係の把握を促す為に、スタート直後にはまず視覚情報の方向へ誘導する経路形状になっている。また、出発地点探索時にエレベータから出た後に進行方向を選択する際の原因をより明確に特定するため、エレベータへは視覚情報が見える方向の反対側から誘導している。つまり、被験者は最短経路で出発地点まで戻るよう指示されているので、1階の目的地点まで行った後にそこからこの出発地点まで独力で戻ることを教示された後に、被験者はまず2階のエレベータまで戻るように指示され、1階に到着した後に出発地点へなるべく最短距離で戻るように指示される。

また、2階部分において、目的地点からエレベータまで戻る際の行動は特に分析対象としておらず、2階部分においては特に方向感を与えられ視覚情報を与える必要はない。そこで、方向性を与える視覚情報を持つ模型ア、イを2F部分として用いる場合には変化させた壁面部分を他の壁面と同様のデザインのものによってカバーし全ての壁面を同一のものとした。

上下方向の移動は実験装置の構造上、実際に上下に移動することはできないので、模型内のエレベータまで誘導した時点で、被験者に映像提示しているHMDの映像を消し、その間に工業用内視鏡を手動で上階の模型のエレベータ部分まで移動し、そこで再びHMDの画像を点けるという方法をとった。

表 5-1 実験設定と建築模型の組み合わせ

	エレベータを出た地点 で得られる視覚情報	建築模型		
		模型ア	模型イ	模型ウ
設定A	窓の外景色	1F	—	2F
設定B	壁面の色	2F	1F	—
設定C	なし	—	2F	1F

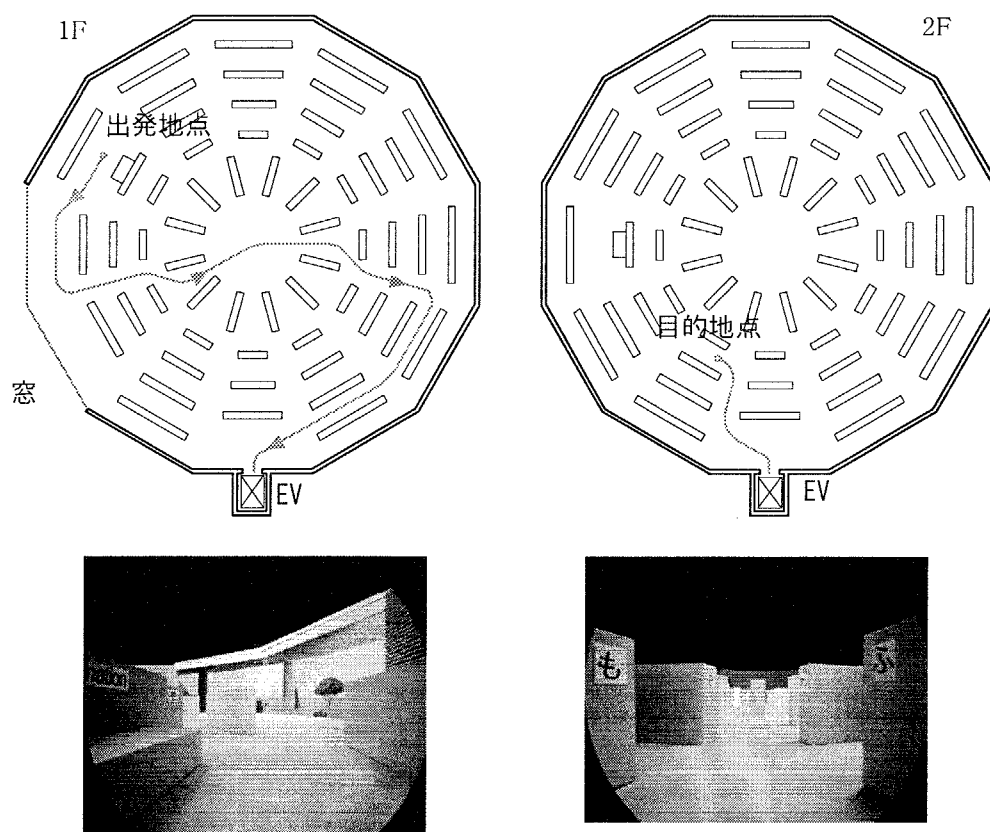


図 5-8 実験経路と経路途中のシーン（設定A）

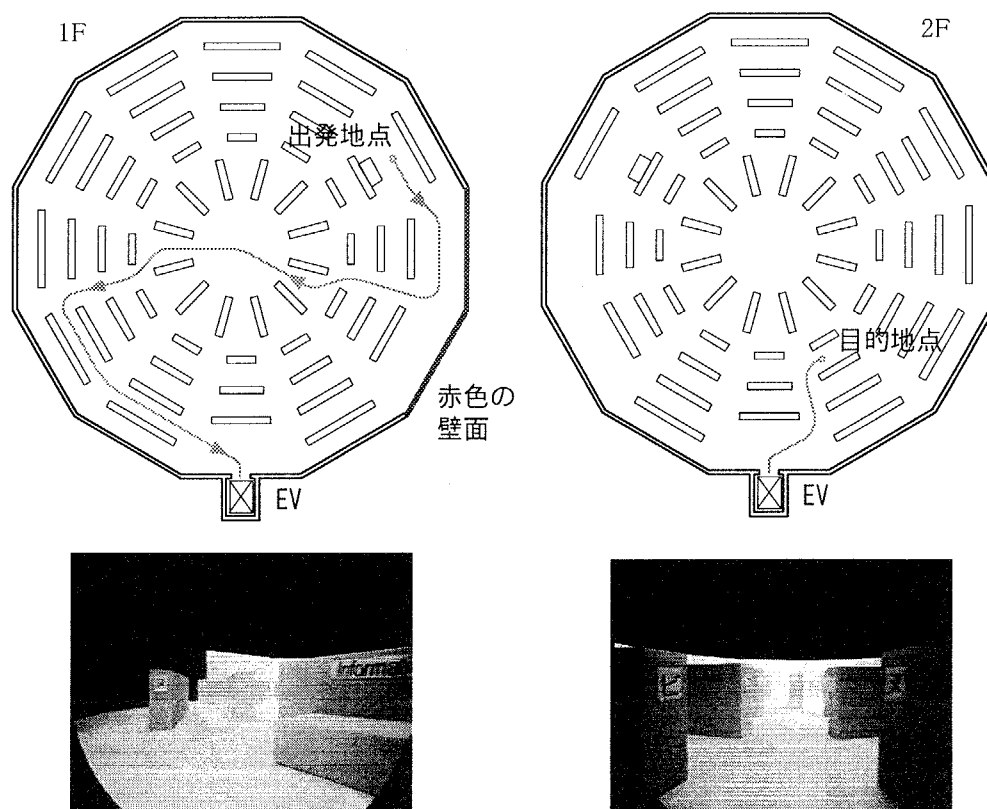


図 5-9 実験経路と経路途中のシーン（設定 B）

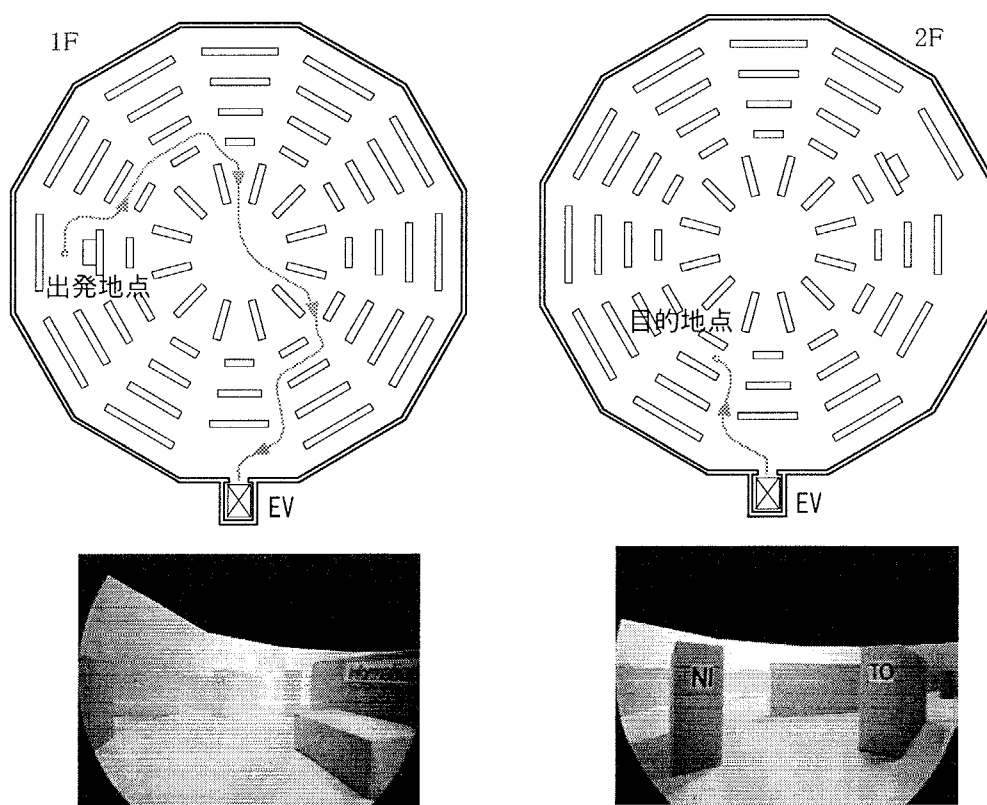


図 5-10 実験経路と経路途中のシーン（設定 C）

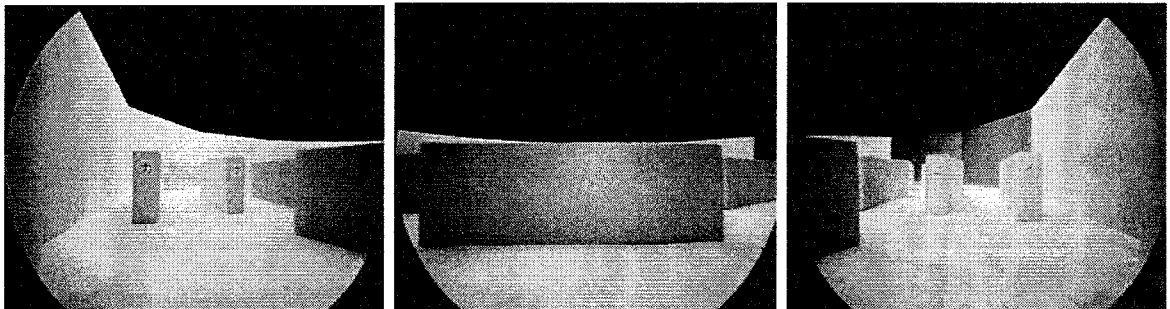
設定A

(左手の窓の外に景色が見えている)



設定B

(右手の壁面の色が違う)



設定C

(特に方向感を与える視覚情報はない)

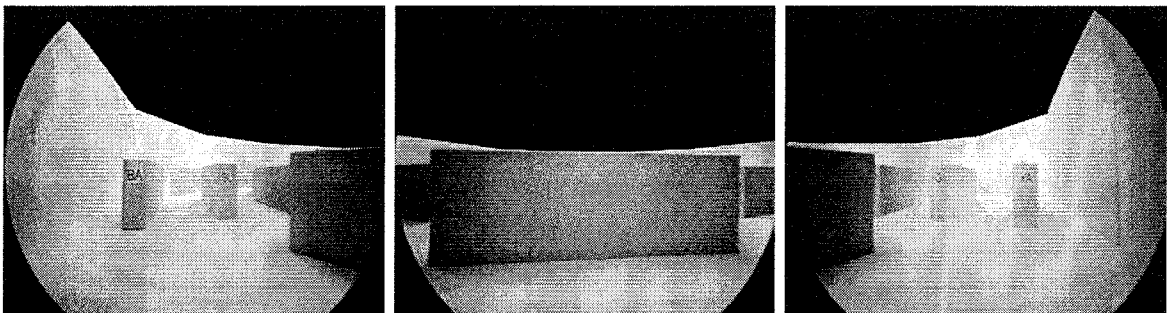


図5-11 1階のエレベータから降りた地点において見えるシーン

5-2-4 実験の手順

最初に、被験者をシミュレータの操作に慣れさせるために約5分間操作練習を行う。その後、休憩をはさんで、下記に示す教示文によって、目的地点まで誘導された後に出発地点まで独力で戻るという実験主旨を説明し、設定A、B、Cの順に実験を行う。この順番は、同じタスクを繰り返すことによる慣れの影響を考慮し、出発地点の探索が最も簡単であると予想される設定Aを最初に行い、最も難解と予想される設定Cを最後に行うとしたものである。各設定の間には約5分間の休憩をはさんだ。各々の設定において経路の教示は実験者が本棚に貼られた文字を指示することにより行い、移動の操作は被験者自身が行う。目的地点到着後、被験者に出発地点へ戻るように指示する。出発地点を発見できた場合にはそこで終了とし、被験者自身が発見を諦めた場合、および、エレベータから降りた後180秒経過しても出発地点を発見できない場合には、そこで探索を終了させた。全設定の実験終了後、被験者に自身の探索行動の様子を記録したVTRを見せながら、経路選択の理由をインタビューした。

<教示文>

－実験主旨説明－

「それでは今から、このHMDをかぶって図書館の中を歩いてもらうという実験を行います。この図書館は、2階建てになっていまして、まず、1階にあるインフォメーションデスクのところから出発して、こちらが道順を指示しますのでそのとおり歩いてもらい、上の階にある本棚のところまで行ってもらいます。そこに着きましたら、そこからインフォメーションデスクまで帰ってもらうのですが、その帰りは自分で帰ってもらいます。帰りは必ずしも行きに通った道順どおりでなくても結構ですので、あなたがインフォメーションデスクがあると思うできるだけ近い道を通って帰ってください。」

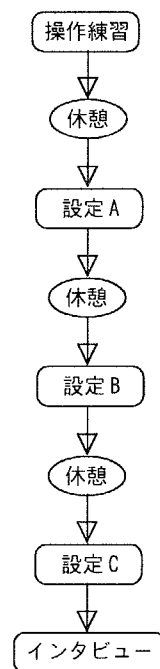


図 5-12 実験順序

- 経路教示 - (設定 A の例)

< インフォメーションデスク前 >

「それでは、今からこのインフォメーションデスクをスタートして、上の階まで行って、またここまで戻ってきてもらいます。それでは、右を向いてください。」

< 経路移動開始 >

『も』の本棚の右側を通って進んで行ってください。」

『ふ』の本棚のところを左に曲がってください。」

『ぼ』の本棚の右側を通って進んでいってください。」

『を』と『の』の間を進んでください」

『や』と『お』の間を右に曲がってください。」

「そのまま『へ』と『ら』の間を進んでください。」

「左手にエレベータの入り口が見えてきましたので、これに乗ってください。」

< 1F エレベータ内 >

「それでは今からエレベータが動きます。その間画面が真っ暗になりますが、そのまま待っていてください。」

< 2F エレベータ内 >

「エレベータが到着しました。それでは、左から後ろを振り返って、エレベータから降りて、左のほうに進んでください。」

< 2F >

『SU』の本棚の右の隣の隣に『EX』という本棚がありますので、そこまで行ってください。」

< 『EX』本棚前 >

「それではここが目的地で、本が見つかりましたので、今からインフォメーションデスクまで帰ってもらいます。まず、先ほどのエレベータまで戻ってください。」

< 2F エレベータ内 >

「それではエレベータが動きます。しばらく待っていてください。」

< 1F エレベータ内 >

「エレベータが到着しました。それでは、左から後ろを振り返って、エレベータから降りて、インフォメーションデスクまで行ってください。」

- 出発地点探索開始 -

5-3 結果と考察

5-3-1 視覚情報と探索行動の関係

実験は58名の被験者について行ったが、そのうち、途中で気分が悪くなるなどして実験を中断した12名を除き、全実験設定を完了した46名のデータを分析に用いる。このように多くの被験者の気分が悪くなった（車酔いのような症状を示した）原因としては、身体運動を伴わずに視覚情報だけが眼前の画面上に展開されるという問題のほか、HMDの解像度、カメラの移動時の振動による映像の揺れ、ちらつきなどが原因として考えられる。今後このような装置を用いる際には注意しなければならない問題であるといえる。なお、分析データとして用いる46人については、気分が悪くなるといった症状は見られず、実験上特に問題はなかった。したがって、このような症状があらわれるかどうかについては個人差が大きいといえる。

本実験の目的は、上下方向の移動直後の方向を見失った状態において、周辺環境から得られる視覚情報が方向の再認識に及ぼす影響を明らかにすることにあるので、2階の目的地点から1階の出発地点まで戻る際の、1階でエレベータを降りた直後から出発地点を発見するまでの行動を分析対象とする。同一平面内の移動である2階の目的地点からエレベータまでの移動部分においては、被験者が迷ったり、間違ったりする行動は見られなかった。これは、同一平面内の移動で経路が短く単純であったため、目的地点とエレベータとの位置関係を容易に把握できたためであると考えられる。

1階においてエレベータを降りた後から出発地点を発見するまで被験者の行動を、その際に通過した経路から、「最短経路で発見」、「遠回りで発見」、「発見できず」の3種類に評価した。図5-13にそれぞれの探索軌跡の例を示す。「最短経路で発見」はエレベータを降りた後外壁に沿って真っ

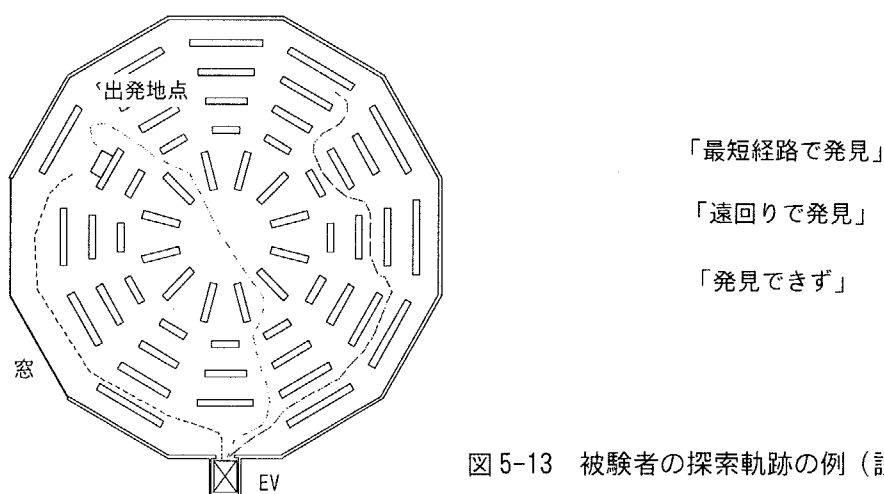


図5-13 被験者の探索軌跡の例（設定A）

直ぐ出発地点へと向かったもので、最短経路で出発地点に向かうようにとの実験者の指示に対して最も確かな行動である。「遠回りで発見」は、最短経路ではないものの出発点を正しく発見できたもの、「発見できず」は、被験者自身が途中でその発見を諦めたか、もしくは、エレベータから降りた後180秒経過しても出発地点を発見できなかったものである。

図5-14は各実験設定別にそれぞれの行動をとった人数の割合を示したものである。これによると、エレベータを降りた地点において「窓の外に景色」が見える設定Aにおいては90%以上の人が最終的に出発点を発見することに成功している。しかし、「壁面の色」に違いがある設定Bでは出発点を発見できた人の割合が60%に、また、空間に方向性を与える視覚情報のない設定Cでは50%になっている。図5-14の実験後に出発点探索のために用いた情報を尋ねたインタビューの結果を見ると、設定Aにおいては、90%以上の人々が、「窓の外に景色」が見えることに気付きそれを手がかりとして利用したと答えているのに対して、「壁面の色」の変化についてはそのように答えた人の割合は60%以下になっている。これらの結果から、設定Aでは、ほとんどの人が「窓の外に景色」が見えるという視覚情報を利用することによって正しく出発点を発見できたのに対して、設定Bでは「壁面の色」の違いを手がかりとして利用できず出発点を発見できなかった人が少なからずいることが示された。

この違いをもたらす原因について考察すると、実験手順としては初めに設定Aを、次に設定Bを行っているので実験への慣れの影響は考えられず、また、外に景色が見える「窓」の面積と色が変わっている「壁」の面積は同じであるので与えた視覚情報の見かけ上の大きさが原因ではない。したがって、その視覚情報の質の違いそのものが原因であると考えられる。「窓」が持つ「壁面」とは異なる性質として、空間的な広がりを与える、空間内での定位に有効な安定した目印を与える、明るさによって空間に方向性を与える、ということが考えられるが、それぞれの性質が方向の再認識にどのような影響を及ぼしているかについてはさらに詳細な設定での検証が必要である。

以上の結果から、「窓」は空間に方向性を与える視覚情報として「壁面の色の違い」と比べて、より多くの人に有効であることが明らかになった。

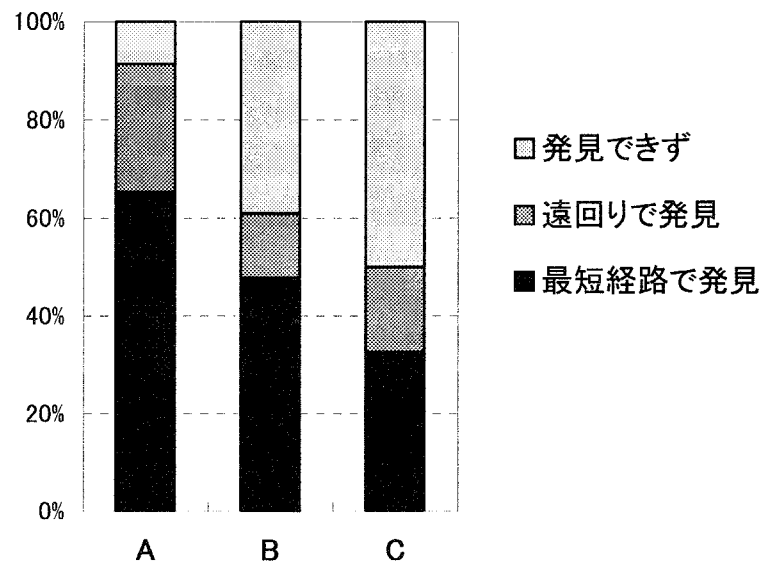


図 5-14 出発点探索結果

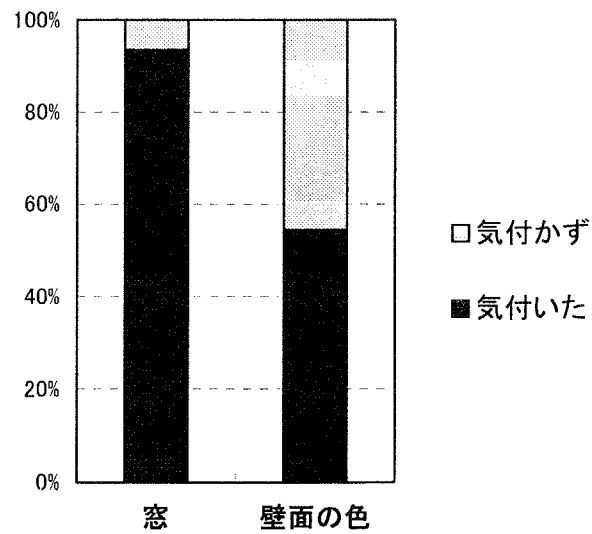


図 5-15 視覚情報の認識

5-3-2 個人差に関する考察

全被験者の出発点探索の結果をその成績に基づいてグループ化したものが表5-2である。

グループ「イ」は全ての設定において出発点を発見することができた被験者である。これらの被験者は、空間に方向性を与える視覚情報を探索のための手がかりとして有効に利用できるだけでなく、そのような視覚情報のない設定Cにおいても出発点を発見できていることから、経路移動時の視覚情報の流動によって自己中心的な系で方向を把握する能力にも長けているといえる。グループ「ロ」は、設定A、Bにおいて出発地点を発見できていることから、空間に方向性を与える視覚情報を手がかりとして有効に利用できるが、設定Cでは出発点を発見することができていないことから、グループ「イ」の被験者のように方向を把握しそれを探索の手がかりとして利用することはできないといえる。

グループ「ハ」は設定Aにおいては出発点を発見できているが、設定B、Cではそれができておらず、また、後のインタビューでは「壁面の色」の違いには気付かなかったと答えている。これは、これらの被験者は、「窓」という空間的な広がりを与える視覚情報は手がかりとして利用できるものの、「壁面の色」の違いといった表面的な視覚情報を利用することはできないことを示している。つまり、このような人達は経路探索時においては、周辺環境から得ることのできる視覚情報の違いによってその行動が大きく影響されるといえ、このような人たちの存在を踏まえて、分かりやすい空間をデザインすることが重要であるといえる。

グループ「ホ」および「ヘ」の被験者は、設定Aにおいても出発点を発見することができていない。グループ「ホ」の被験者は、他の設定においては出発点を発見できている場合があるが、後のインタビューでは偶然発見することができたと答えており、内容的には全ての設定において発見できなかったグループ「ヘ」の被験者と大差はない。被験者42、46は「窓」の存在自体には気付いたが、それと出発点との位置関係を正しく把握していなかったため出発点発見には至らなかった。その他の被験者は「窓」の存在自体に気付いておらず、この結果は、必ずしも空間的に全ての問題を解決できる訳ではないことを示しているといえる。

経路探索時にどのような情報が手がかりとして利用できるかによって個人による違いを類型化することできた。空間をデザインする際にはこのような個人による違いを踏まえた上で、より多くの人にとって有効な解決策を示す必要がある。

表 5-2 全被験者の実験結果

グループ	被験者No.	性別	出発点探索			視覚情報の認識	
			A	B	C	窓	壁面の色
イ	1	M	○	○	○	○	○
	2	M	○	○	○	○	○
	3	M	○	○	○	○	○
	4	M	○	○	○	○	○
	5	M	○	○	○	○	○
	6	M	○	○	○	○	○
	7	F	○	○	○	○	○
	8	F	○	○	○	○	○
	9	F	○	○	○	○	○
	10	F	○	○	○	○	○
	11	F	○	△	○	○	○
	12	M	○	○	△	○	○
	13	F	○	○	△	○	○
	14	F	○	○	△	○	○
	15	F	△	△	△	○	×
	16	F	△	△	△	○	○
ロ	17	F	○	○	×	○	○
	18	M	○	○	×	○	○
	19	M	○	○	×	○	○
	20	M	○	○	×	○	○
	21	F	○	○	×	○	○
	22	F	○	○	×	○	○
	23	F	○	○	×	○	○
	24	F	○	△	×	○	×
	25	F	△	△	×	○	○
	26	M	△	△	×	○	○
ハ	27	F	○	×	×	○	×
	28	F	○	×	×	○	×
	29	M	○	×	×	○	×
	30	F	○	×	×	○	×
	31	F	○	×	×	○	×
	32	F	○	×	×	○	×
	33	F	○	×	×	○	×
	34	M	△	×	×	○	×
	35	F	△	×	×	○	×
	36	M	△	×	×	○	×
	37	M	△	×	×	○	×
ニ	38	F	○	×	○	○	×
	39	F	○	×	△	○	×
	40	M	△	×	○	○	×
	41	F	△	×	△	○	×
ホ	42	F	×	○	○	○	○
	43	M	×	×	△	×	×
	44	F	×	○	×	×	×
ヘ	45	M	×	×	×	×	×
	46	M	×	×	×	○	×

出発点探索

○ 「最短経路で発見」

△ 「遠回りで発見」

× 「発見できず」

視覚情報の認識

○ 「気付く」

× 「気付かず」

5-4 まとめ

本章では、窓のような空間的な広がりを与える視覚情報は、壁面の色の違いのような表面的な視覚情報に比べ、空間に方向性を与える視覚情報としてより多くの人に有効であること、個人による経路探索の成績の違いは環境から手がかりとして抽出・利用する視覚情報の違いによって説明でき、それに基づいて個人差を類型化できることを明らかにした。したがって、空間をデザインする際にはこのような環境と個人の相互による違いを踏まえた上で、より多くの人にとって有効な解決策を示す必要がある。

第6章

結 論

6-1 結論

6-2 今後の課題

6-1 結論

本研究では、経路探索は人の移動に伴って継起的に変化する視覚情報によって成り立ち、その際に人が環境から手がかりとして抽出する情報は「個人」と「環境」の相互関係によって異なると考え、その違いを系統的に明らかにし経路探索に有効な視覚情報のあり方を示すことを目的として、視環境シミュレータおよび実空間において経路探索実験を行った結果以下のことを明らかにした。

第1章「序論」では、研究の背景を述べ、経路探索とは環境の情報が不足している事態、あるいは学習水準が低い場合（不慣れな環境）における経路選択を指し、「環境」と行為主体である「人間」の2つの側面からなると定義した。そして、空間の分かりやすさについては、経路探索時に人が環境から抽出する情報が「環境」と「人間」の相互関係によってどのように異なっているのかを系統的に把握した上で議論する必要があることについて述べた。また、不慣れな環境における経路探索・空間認知に関する既往研究をその研究目的から、心理プロセスの解明、空間構成要素との関係、個人差の問題の3つに分類、概説し、本研究の位置付けを示した。

第2章「経路上の視覚的特徴が経路探索に及ぼす影響」では、従来論じられることのなかった経路探索時に人間の移動に伴って継的に現れる視覚的な特徴が経路探索に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、被験者が模型空間内を自由に擬似歩行できる視環境シミュレータを用い、空間構成要素を系統的に操作した設定のもとで経路探索実験を行った。その結果、経路探索の難易は経路上の視覚的特徴の有無によって影響されるが、視覚的な特徴を経路探索のための手がかりとしてどの程度有効に利用できるかについては大きな個人差があることが明らかになった。

第3章「経路探索の方略の個人と環境による違い」では、経路探索時に人が環境から手がかりとして抽出し利用する情報の個人と経路周辺の視覚情報のあり方による違いを系統的に明らかにすることを目的とし、個人差の発生と時間経過に伴う記憶の減衰を考慮した設定のもとで、視環境シミュレータを用いた経路探索実験を行った。その結果、経路学習時には環境から抽出する情報を周辺の環境の違いに応じて変化させる人とそうでない人がいること、事前に経路を明確に記憶していない場合でも、実際にその場まで行くことによって、そこで以前自分が体験した情景を想起し、正しく経路探索できる場合があること、そのような行動の可否は個人と経路上の視覚情報のあり方によって異なることが明らかになった。

第4章「方向把握と経路探索に利用される情報」では、経路移動時における方向把握の方略として、移動に伴う身体運動感覚と視覚情報の流動による自己中心的な系での把握と、空間に方向性を与える視覚情報による客観的な系での把握の2つがあると考え、それらの方略の利用傾向が個人や経路の形状によってどのように異なるのかを明らかにすることを目的とし、実空間における方向指示実験および経路探索実験を行った。その結果、同一平面内における単純な経路においては、自己中心的な系で正確に方向を把握することができ、それを経路探索のための情報として用いることができること、上下方向の移動によって方向を見失う場合があること、方向を見失った場合でも周辺環境から視覚情報を得ることによって客観的な系でそれを再認識できることが明らかになった。さらに、正しく方向を把握する能力の違いによって、経路探索の手がかりとして利用する情報は異なっており、方向把握の能力が低い人は、空間に方向性を与えるような視覚情報が乏しい地点において経路の誤選択や迷いを多く発生することが明らかになった。以上の結果から、空間に方向性を与える視覚情報によって方向の再認識を支援することが分かりやすい空間として重要であることを述べた。

第5章「視覚情報が方向の再認識に及ぼす影響」では、空間の作られ方の違いによって提供される視覚情報が方向の再認識に及ぼす影響とその個人による利用傾向の違いを明らかにすることを目的とし、視環境シミュレータと建築模型を用い、建物内部の2層にわたる経路において上下方向の移動直後の方向を喪失した地点において、そこで得られる視覚情報を系統的に変化させた設定のもと、経路の出発点を探索させるという実験を行った。その結果、窓は壁面の色の違いに比べ、空間に方向性を与える視覚情報としてより多くの人に有効であること、個人による経路探索の成績の違いは環境から手がかりとして抽出・利用する視覚情報の違いによって説明でき、それに基づいて個人差を類型化できることを明らかにした。そして、これらの結果から、空間をデザインする際にはこのような環境と個人の相互による違いを踏まえた上で、より多くの人にとって有効な解決策を示す必要があることを述べた。

6-2 今後の課題

本研究では、人の移動に伴って継起的連続的に変化する視覚情報に着目し、経路探索時に利用される情報の違いから個人差を類型化し、より多くの人にとって有効な視覚情報を明らかにすることによって、分かりやすい空間を設計するための一指針を示すことができた。

しかしながら、本研究で扱った視覚情報は実際の環境の中にある多様な情報のごく一部であり、それ以外の視覚情報が及ぼす影響についてや、経路の平面形状となど他の空間構成要素との相互関係については未だ不明である。被験者については、本研究では全ての実験において大学生を用いており、他の属性の人々についても今後検証する必要がある。また、実験方法については、現状の視環境シミュレータでは歩行時の身体運動感覚の再現は困難なため、その影響についても検討すべき余地が残っている。

今後は以上の点を踏まえて、最終的には、建築物や街路の設計案に対して経路探索の難易という観点からその性能を評価できるシミュレーションツールの開発へと発展させていきたい。

本論文に関連した発表論文

<査読付論文>

1. 添田昌志、大野隆造：「視環境シミュレーションによる経路探索の方略に関する研究」
日本建築学会計画系論文報告集，No.512，Pp.73-78，1998年10月
2. 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報告集，No.516，Pp.87-91，1999年2月
3. 添田昌志、大野隆造：「視覚情報が方向の再認識に及ぼす影響」
日本建築学会計画系論文報告集，（投稿予定）

<国際会議プロシーディング>

1. Ryuzo Ohno, Koichi Sonoda, Masashi Soeda: "Streetscape and wayfinding performance"
The future of endoscopy -Proceedings of 2nd EAEA conference-, Pp.111-120, 1995.9
2. Masashi Soeda, Ryuzo Ohno: "A study of wayfinding strategies using a visual simulator"
Architectural and urban simulation techniques in research and education, Pp.87-92, 1997.8
3. Masashi Soeda, Noriko Kushiya, Ryuzo Ohno: "Wayfinding in cases with vertical motion"
International Conference on Environment-Behavior Studies for 21st Century, Pp.559-564, 1997.11

<口頭発表>

1. 添田昌志、園田浩一、大野隆造：「街路空間の視覚的特徴が経路認知に及ぼす影響」
日本建築学会近畿支部研究報告集，第34号，Pp.545～548，1994年6月
2. 添田昌志、園田浩一、大野隆造：「街路空間の視覚的特徴が経路認知に及ぼす影響」
日本建築学会大会学術講演梗概集E，Pp.1089-1090，1994年9月
3. 添田昌志、大野隆造：「視覚的シミュレーション実験による経路探索の方略に関する研究」
人間・環境学会第2回研究発表会，1996年5月
4. 添田昌志、園田浩一、大野隆造：「視覚的シミュレーション実験による経路探索の方略に関する研究」
日本建築学会大会学術講演梗概集D-1，Pp.813-814，1996年9月
5. 添田昌志、串山典子、大野隆造：「3次元空間における経路探索行動に環境条件が及ぼす影響」
人間・環境学会第4回研究発表会，1997年6月
6. 添田昌志、串山典子、大野隆造：「上下方向への移動を伴うWayfindingに関する研究」
日本建築学会大会学術講演梗概集D-1，Pp.693～696，1997年9月
7. Masashi Soeda, Ryuzo Ohno: "What kinds of information do people utilize on wayfinding?"
Proceedings of the 30th annual conference of the Environmental Design Research Association, Pp.268,
1999.6

参考・関連文献一覧（和書は50音順、洋書はアルファベット順）

足立啓，赤木徹也，小林敏子：痴呆性老人の屋内探索歩行時における連続的誘導情報の有効性について，日本建築学会計画系論文報告集，No. 514，Pp. 87，1998.12

蒲地輝尚，浅見泰司，岡部篤行：経路記憶に関する実験的研究；コンピュータシミュレーションによる歩行実験，第23回日本都市計画学会学術研究論文集，Pp.7～12，1988

空間認知の発達研究会編：「空間に生きる」－空間認知の発達の研究－，北大路書房，1995

鈴木賢一，建部謙治：児童の学校空間認知と避難経路選択－学校における児童の火災避難行動に関する基礎的研究 その2－，日本建築学会計画系論文報告集，No.522，Pp.201，1999.8

高橋大輔，船越 徹，積田 洋：パズルマップ法による小学校の内部空間の分析－新しい認知マップ実験法の開発とその適用(その2)－，日本建築学会計画系論文報告集，No. 515，Pp. 151，1999.1

高橋大輔：パズルマップ法によるミュージアムの内部空間の分析，日本建築学会計画系論文報告集，No. 518，Pp. 137，1999.4

高辻秀興，深海隆恒：住宅地における歩行者の経路選択行動についての分析，第18回日本都市計画学会学術研究論文集，Pp.199～，1983

竹内謙彰：方向感覚と方位測定；人格特性及び知的能力との関連，教育心理学研究，Vol.40，Pp.47-53，1992

竹内謙彰，加藤義信：環境空間内での実際移動にもとづくルート学習過程の個人差の分析，日本教育心理学会第35回総会発表論文集，pp.253，1993

忠末裕美：広域避難を想定した実験歩行における経路選択行動についての分析，第21回日本都市計画学会学術研究論文集，Pp.157～，1986

建部謙治，鈴木賢一，小森圭一：単独避難の経路選択傾向－学校における児童の火災避難行動に関する基礎的研究 その1－，日本建築学会計画系論文報告集，No.515，Pp.159，1999.1

谷直樹：方向音痴の研究Ⅲ－心的回転速度とYG性格検査との関連－，日本心理学会第51回大会発表論文集，Pp.204，1987

中村奈良江：空間探索のストラテジーの分析，心理学研究，第55巻，第6号，pp.366～369，1985

日本建築学会編：「人間－環境系のデザイン」，彰国社，1997

林広明，室崎益輝，西垣太郎：避難経路の想起に影響を与える空間的特徴に関する研究，日本建築学会計画系論文報告集，No.476，Pp.1，1995.10

日色真帆, 原広司, 門内輝行: 迷いと発見を含んだ問題解決としての都市空間の経路探索, 日本建築学会計画系論文報告集, No.466, pp.65 ~ 74, 1994.12

日色真帆: 商業空間におけるWayfindingに関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集E-1, Pp.861-864, 1997.9

船越 徹, 積田 洋, 高橋大輔: パズルマップ法による病院の内部空間の分析 -新しい認知マップ実験法の開発とその適用-, 日本建築学会計画系論文報告集, No.503, Pp. 129, 1998.1

舟橋國男, 垣内真治: 梅田地区における案内・誘導サインの実態と問題点に関する研究, 日本建築学会近畿支部研究報告集, No.24, Pp.325 ~ 328, 1984

舟橋國男, 福井章: 大阪梅田地区における案内・誘導サインの実態と利用者からみた問題点に関する調査研究, 日本建築学会近畿支部研究報告集, No.25, Pp.437 ~ 440, 1985

舟橋國男: さがす・まよう・わかる -wayfinding 研究課題の一考察-, 日本建築学会大会学術講演梗概集, Pp.813 ~ 814, 1990.10

舟橋國男: 「方向感」の保持ならびに代替経路探索に関する実験的研究, 日本建築学会計画系論文報告集, No.424, Pp.11 ~ 20, 1991.6

舟橋國男: 初期環境情報の差異と経路探索行動の特徴 - 不整形街路地区における環境情報の差異と経路探索行動ならびに空間把握に関する実験的研究 その1 -, 日本建築学会計画系論文報告集, No.424, Pp.21 ~ 30, 1991.6

舟橋國男: 格子状街路網地区における経路の選択ならびに探索に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集, No.428, Pp.85 ~ 92, 1991.10

舟橋國男: 建物内通路における経路探索行動ならびに空間把握に関する実験的研究, 日本建築学会計画系論文報告集, No.429, Pp.61 ~ 72, 1991.11

舟橋國男: 初期環境情報の差異と空間把握の特徴 - 不整形街路地区における環境情報の差異と経路探索行動ならびに空間把握に関する実験的研究 その2 -, 日本建築学会計画系論文報告集, No.430, Pp.55 ~ 64, 1991.12

舟橋國男: 建築・都市空間とナビゲーション, 現代のエスプリ, No.298, Pp.110 ~ 120, 1992

松下聡, 岡崎甚幸: 巨大迷路歩行実験による探索歩行のためのシミュレーションモデルの研究, 日本建築学会計画系論文報告集, No.429, pp.51 ~ 59, 1991.11

増井幸恵: 自らの空間認知能力が悪いと感じる意識の測定, 人文論究, 第47巻, 第1号, pp.164-182, 1997

増井幸恵: 方向音痴意識の高い人における往路での振り返り経験が復路と近道の wayfinding に及ぼす影響, 日本心理学会第63回大会発表論文集, Pp.677, 1998

宮本文人, 谷口汎邦: 児童の空間認知と小学校校舎の平面構成に関する研究, 日本建築学会計画系論文報告集, No.436, Pp.19-29, 1992.6

横山勝樹, 野村みどり: 視覚障害者の空間表象に関する研究 -経路口述におけるスキーマの抽出-, 日本建築学会計画系論文報告集, No.522, Pp.195, 1999.8

四茂野英彦：経路記憶の情報量，第24回日本都市計画学会学術研究論文集，Pp.577～578，1989

渡邊昭彦，森一彦：サイン情報の情報密度と探索行動のばらつき度の関連分析 - 建築空間における探索行動の認知心理学的考察 その1 -，日本建築学会計画系論文報告集，No.437，Pp.77～86，1992.7

渡邊昭彦，森一彦：探索行動における探索方法と空間情報との整合性に関する分析 - 建築空間における探索行動の認知心理学的考察 その2 -，日本建築学会計画系論文報告集，No.454，Pp.93～102，1993.12

渡邊昭彦，森一彦：案内板・方向板のない情報空間における探索の「場面」の分析と空間評価 - 建築空間における探索行動の認知心理学的考察 その3 -，日本建築学会計画系論文報告集，No. 478，Pp. 121，1995.12

渡邊昭彦，森一彦：迷い行動の因子と情報空間との関連分析，- 建築空間における探索行動の認知心理学的考察 その4 -，日本建築学会計画系論文報告集，No. 491，Pp. 99，1997.1

渡邊昭彦，楊迪綱：病院における新来患者を想定した経路探索行動の発話等の分析 - 建築空間における探索行動の認知心理学的考察 その5 -，日本建築学会計画系論文報告集，No. 501，Pp. 101，1997.11

渡邊昭彦，楊迪綱：総合病院の経路探索ビデオ画像による視認と情報空間の関連分析 - 建築空間における探索行動の認知心理学的考察 その6 -，日本建築学会計画系論文報告集，No. 513，Pp. 143，1998.11

渡邊昭彦，野澤隆秀：図書館の初来館者を想定した経路探索行動の発話等の分析 - 建築空間における探索行動の認知心理学的考察 その7 -，日本建築学会計画系論文報告集，No. 519，Pp. 131，1999.5

Appleyard, D.: Why buildings are known; A predict tool for architects and planners, Environment and Behavior, Pp.131-156, 1969.12

Arthur, P. and Passini, R. : Wayfinding; People, Signs, and Architecture, McGraw-Hill Ryerson,

Anooshian, L.J. :Diversity within spatial cognition -strategies underlying spatial knowledge-, Environment and Behavior, Vol.28, Pp.471-493, 1996

Beaumont, P. B., Gray, J., Moore, G.T. and Robinson, B. : Orientation and wayfinding in the Tauranga departmental building; A focused post-occupancy evaluation., Environmental Design Research Association Proceedings 15, Pp.77-89, 1984

Best, G. A.: Direction finding in large buildings, In. D. Canter (Ed.), Architectural psychology, Pp.72-91, London, RIBA Publications, 1970

Bryant, K. J.: Personality correlates of sense of direction and geographical orientation, Journal of Personality and Social Psychology, Vol.43, Pp.1318-1324, 1982

Corlett, E., Manenica, I. and Bishop, R.: The design of direction finding systems in building, Applied Ergonomics, Vol.3, Pp.66-69, 1972

- Carpman, J., Grant, M. A. and Simmons, D. A. : Hospital design and wayfinding; A video simulation study, *Environment and Behavior*, Vol.17, Pp.296-314, 1985
- Carpman, J. R., Grant, M. A. and Simmons, D. A. : Design that cares; Planning health facilities for patients and visitors., American Hospital Publishing, Inc., 1986
- Foley, J. E. and Cohen A. J. : Working mental representations of the environment, *Environment and Behavior*, Vol.16, Pp.713-729, 1984
- Galea, L.A.M., Kimura, D. : Sex differences in route-learning, *Personality and Individual Differences*, No.14, pp.53 ~ 65, 1993
- Garling, T., Lindberg, E., and Mantyla, T.: Orientation in buildings: Familiarity, visual access, and orientation aids, *Journal of Applied Psychology*, Vol.68, No.1, Pp.177-186, 1983
- Gibson, J. J.: The ecological approach to visual perception, Boston, Houghton Mifflin, 1979, 古崎敬, 古崎愛子, 辻敬一郎, 村瀬旻 (共訳), 生態学的視覚論, サイエンス社, 1985
- Giraudo, M. and Palihous, J.: Distortions and fluctuations in topographic memory, *Memory and Cognition*, Vol.22, Pp.14-26, 1994
- Golledge, R. G., Ruggles, A. J. Pellegrino, J. W. and Gale, N. D.: Integrating route knowledge in an unfamiliar neighborhood; Along and across route experiments, *Journal of Environmental Psychology*, Vol.13 (4), Pp.293-307, 1993
- Golledge, R. G.: Wayfinding behavior; Cognitive mapping and other spatial processes, Baltimore and London, The John Hopkins University Press, 1999
- Heft, H : The role of environmental features in route-learning: two explanatory studies of wayfinding, *Environmental Psychology and Non-verbal Behavior*, 3, pp.172-185, 1979
- Heft, H : Way-finding as the perception of information over time, *Population and Environment; behavioral and social issues*, 1983, pp.133-150
- Kirasic, K.C., Allen, G. L. and Siegel, A. W.: Expressions of configurational knowledge of large-scale environments; Student's performance of cognitive tasks, *Environment and Behavior*, Vol.16, Pp.687-712, 1984
- Kozlowsky, L. T. & Bryant, K. J. : Sense of Direction, spatial orientation and cognitive maps, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, pp.590-598, 1977
- Lawton, C.A., Charleston, S.I., Zieles, A.S. : Individual and gender-related differences in indoor wayfinding, *Environment and Behavior*, Vol.28 No.2, pp.204 ~ 219, 1996.3
- Lawton, C.A. : Strategies for indoor wayfinding ; the role of orientation, *Journal of Environmental Psychology*, No.16, pp.137-145, 1996

- Lynch, K. : The image of the city, The MIT Press, 1960
- Moeser, S. D. : Cognitive mapping in a complex building, *Environment and Behavior*, Vol.20, pp.21-49, 1988
- Montello, D. R., Pick, H.L. : Integrating knowledge of vertically aligned large-scale spaces, *Environment and Behavior*, Vol.25, No.4, pp.457-484, 1993.7
- O'Neill, M. J. : Evaluation of a conceptual model of architectural legibility, *Environment and Behavior*, Vol.23, pp.259-284, 1991
- O'Neill, M. J. : Effects of signage and floor plan configuration on wayfinding accuracy, *Environment and Behavior*, Vol.23, No.5, pp.553-574, 1991.9
- O'Neill, M. J. : Effects of Familiarity and Plan Complexity on Wayfinding in Simulated Buildings, *Journal of Environmental Psychology*, No.12, pp.319-327, 1992
- Passini, R. : Wayfinding in Architecture, Van Nostrand Reinhold, 1984
- Passini, R. and Proulx, G.: Wayfinding without vision; An experiment with congenitally totally blind people, *Environment and Behavior*, Vol.20, No.2, pp.227-252, 1988.5
- Piaget, J.: La psychologie de l' intelligence, Paris, Armand Colin, 1947, 波多野完治, 滝沢武久 (訳), 知能の心理学, みすず書房, 1967
- Peponis, J., Zimring, C. and Choi, Y. K.: Finding the building in wayfinding, *Environment and Behavior*, Vol.22, No.5, pp.555-590, 1990.9
- Rossano, M.J. and Reardon, W. P. : Goal specificity and the acquisition of survey knowledge, *Environment and Behavior*, Vol.31, No.3, pp.395 ~ 412, 1999.5
- Sadalla, E. K. and Montello, D. R.: Remembering changes in direction, *Environment and Behavior*, Vol.21, No.3, pp.346 ~ 363, 1989.5
- Seidel, A. D. : Wayfinding in public spaces; The Dallas/Fort Worth, USA Airport, Proceedings of 14th annual meeting of the Environmental Design Research Association, Pp.129-138, 1983
- Sholl, M. J.: The relation between sense of direction and mental geographic updating, *Intelligence*, Vol.12, Pp.299-314, 1988
- Siegel, A. W. and White, S. H.: The development of spatial representation of large-scale environments, In H. Reese(Ed.), *Advances in child development and behavior*, 10, Pp.10-55, New York, Academic Press, 1975

Thorndyke, P. W. and Goldin, S. E.: Spatial learning and reasoning skill, In H. L. Pick & L. A. Acredolo (Eds.), Spatial orientation: Teory, reserch, and application, Pp.195-217, New York, Plenum, 1983

Tlauka, M. and Wilson, P. N. : Orientation-free representations from navigation through a computer-simulated environment, Environment and Behavior, Vol.28, No.5, pp.647 ~ 664, 1996.9

Weisman, J. : Evaluating architectural legibility ; Way-Finding in the built environment , Environment and Behavior, Vol.13, Pp.189-204, 1981

謝 辞

この論文は筆者の神戸大学と東京工業大学における7年間の研究成果をまとめたものです。

東京工業大学教授・大野隆造先生には、筆者が1993年4月に研究室に配属されてから今日に至るまで一貫して熱心に指導していただき、右も左も分からなかった筆者に研究のイロハから人生観まで数多くのことを教えていただきました。

姫路独協大学講師（当時）・園田浩一先生には、神戸大学において視環境シミュレータのプログラミングに尽力していただきました。東京工業大学助教授・元結正次郎先生には、視環境シミュレータ改良時に構造デザインを担当していただき立派な装置を完成させることができました。

東京工業大学教授・黒川洸先生、同教授・仙田満先生、同助教授・中村芳樹先生、同助教授・篠野志郎先生には専攻の発表会等折にふれて貴重な助言・ご指摘をいただきました。東京工業大学教授・梅干野晁先生、同教授・藤井修二先生にはEEゼミにおいて貴重なご意見をいただきました。

ワシントン大学名誉教授・Philip Thiel 先生、同大学教授・Grant Hildebrand 先生には、筆者がワシントン大学留学時に研究全体の枠組み、進め方について貴重なコメントをいただきました。

大野研究室の皆様には日ごろから様々な支援をしていただきました。阿部泰浩君、松田好晴君には、作業を手伝ってもらっただけでなく、共に神戸大学から東京工業大学に移り、慣れない場所での生活、研究活動において互いに励まし合うことができました。申山典子さんには、共同して研究を進め、お互いに議論を深めることができました。青木宏文君には、同じ博士後期課程の学生として、互いに刺激し支え合いながら研究を進めることができました。この他にも多くの魅力的な方々と席を共にし、創造的な研究生活を送ることができましたことを感謝します。

最後に、筆者を快く東京へと送り出してくれた両親と、いつも傍らで支えてくれた妻に心から感謝します。

2000年3月 添田昌志