上下方向の移動を伴う経路探索に関する研究

WAYFINDING IN CASES WITH VERTICAL TRAVELING

大野 隆造*, 串山 典子**, 添田 昌志***

Ryuzo OHNO, Noriko KUSHIYAMA and Masashi SOEDA

This study intends to clarify the influence of vertical traveling on spatial cognition and to examine how wayfinding behavior varies with differences in individual strategies and environmental information. A series of wayfinding experiments was conducted in campus buildings and a department store, which were chosen in terms of visual information along the route and vertical floor alignment. Pointing task was also conducted in another building on the campus to examine individual orientational skills. Analyses of the results indicate that people tend to lose orientation after vertical traveling though some of them can recover it by obtaining environmental information, and that people tend to assume a new floor plan is similar to the former floor plan when they travel from one floor to another. It also revealed that using various information according to environment is essential for choosing right route.

Keywords : Wayfinding, Vertical traveling, Visual information, Pointing task, Sketch map

経路探索, 上下方向移動, 視覚的情報, 方向指示実験, スケッチマップ

1. 研究の背景・目的

近年, 複合的な大規模建築が増加している。このような建物では, 複数の階にわたって移動するうちに, 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。階段やエレベータなどによる上下階への移動は単に経路を長く複雑にするだけでなく, 同一平面上における連続的な移動とは異なる経路記憶の難しさがあると考えられる。

本研究の前提となる基本的な考え方として, 複数階にわたって移動する場合, 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る。したがって, 1つの階での経路の終点と次の階の経路の始点とを結ぶ上下移動の際に上下階の平面が正しく関係づけられないと迷うことになる。上下2つの階の平面が上下移動の連結点を中心に回転したり, また, 水平方向にずれて捉えられたりすることが, 複数の階にわたる経路探索を困難にしていると考ええる。

本研究は, 複数階にわたって建築空間内を移動する際に, 階段やエレベータなどによる上下方向の移動が, 経路や方向の把握に与える影響について実験的に確かめ, その際の経路探索行動が, 個人や環境条件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する。

2. 既往の研究

従来, 経路探索に関する研究は, 経路の平面形状と迷いの発生回数との関係^{21), 22)}や, サイン情報の密度や空間情報と経路探索行動との関係を求めたもの^{23), 4)}などがあるが, それらはいずれも同一平面上の経路探索行動や平面の形状を扱ったものである。複数階にわたる経路探索行動を扱ったものとして, Passini²⁵⁾や日色²⁶⁾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²⁷⁾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。Montello²⁸⁾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や位置の把握にどのような影響を与え, その結果として経路探索行動がどのように変化するのかについて考察した研究は見られない。

3. 研究の方法

本研究では, 建築の内部空間において, 大学生男女各8名計16名の被験者を用いて方向指示実験および経路探索行動実験を行う。実験場所としては, 経路の把握および探索行動に影響を及ぼすと考えられ

* 東京工業大学大学院総合理工学研究科 教授・工博

** 東畑建築設計事務所 工修

*** 東京工業大学大学院総合理工学研究科 大学院生・工修

Prof., Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institution of Technology, Dr. Eng.
Tohata Architects and Engineer Co., Inc., M. Eng.
Graduate Student, Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institution of Technology, M. Eng.

表1 実験場所の諸条件 (○:有, ×:無)

実験場所	視覚的 情報量	上下階の 経路平面	上下方向の移動手段		
			階段	エレベータ	エスカレータ
・東京工業大学本館	少	同	○	×	×
・東京工業大学石川台実験棟	少	異	○	×	×
・東京大学法文2号館	少	同	○	○	×
・T百貨店	多	同	○	○	○

る環境条件である、「経路周辺の視覚的情報量」、「上下階の経路平面の対応」、「上下方向の移動手段」の3点に着目し、表1に示す4箇所を選定した。経路周辺の視覚的情報量が少ない建物としては、床や壁面等の仕上げも均一で、サインとしては各室の室名表示板のみである大学キャンパス内の建物を選定した。一方、視覚的情報量が多い建物としては、多様な仕上げの床や壁面、方向案内板などのサイン、さらには陳列された商品や広告などにより、多くの視覚的情報が提供されている百貨店を選定した。上下方向の移動手段としては、そこにおける身体運動など移動の形態が異なる、階段、エレベータ、エスカレータの3種類を設定した^{注2)}。

4. 方向指示実験

4-1 実験の目的と方法

上下方向の移動に伴う方向感の喪失の傾向を調べることを目的とし、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(図1)において方向指示実験を行った。実験は、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、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手順で行った。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^{注3)}、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にある、地点Ⅲは、右側および正面突き当たり窓のある廊下にある。

4-2 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、 $\pm 25^\circ$ 以内のものを「正確」、 $\pm 50^\circ$ 以内のものを「おおむね正確」、それ以上ずれているものを「誤り」の3段階に評価した^{注4)}。Kozlowski⁹⁾やLawton¹⁰⁾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た。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

図1 方向指示実験経路（東京工業大学本館）

図2 方向指示実験の結果例

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ったといえる。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。これは、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、窓の外の景色など周辺環境から何らかの情報を得ることにより、再び正しい方向を把握することができた為であると考えられる。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、方向を保持することが不得手で、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。

以上より、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が、上下方向の移動によって方向を見失う傾向が見られ、迷いの原因の一つとなりうることを示された。しかし、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という場合があることが明らかになった。

5. 上下の経路平面の異なる空間での経路探索

5-1 実験の目的と方法

複数階にわたる移動時に上下の階での位置の空間的対応をどの程度正しく把握できるのかを検証することを目的として、上下階で経路平面が異なる東京工業大学石川台実験棟において経路探索行動実験を行った。図3に示すようにこの建物は1階部分は中央直廊下、2・3階部分はループ上の中廊下で、いずれの廊下にも窓はない。実験手順は、折り返し階段を途中に含む2経路（1F→2F、1F→3F）においてそれぞれ、被験者を出発地点から目的地点（地点Ⅰ、Ⅱ）へと

表2 被験者別実験結果

グループ	被験者	方向指示実験 (東京工業大学本館)			石川台 実験棟	東京大学法文 2 号館		T 百貨店				経路探索行動	
		地点Ⅰ	地点Ⅱ	地点Ⅲ	スケッチ マップ	スケッチマップ の間違いの特徴	経路探索 行動	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	○	○	○	重ね合わせ							0	0
	3	○	○	○	重ね合わせ	欠落	誤り					0	0
	4	○	○	○		曲折逆						0	2
	5	○	○	○	重ね合わせ	順序誤り	誤り					0	6
	6	○	○	○								1	2
	7	○	○	○	重ね合わせ							1	3
B	8	△	△	△								0	3
	9	△	△	△	重ね合わせ							2	6
C	10	△	×	△	重ね合わせ	欠落						1	1
	11	△	×	○	重ね合わせ		迷い					1	4
	12	△	×	△	重ね合わせ							1	5
	13	△	×	○	曲折逆	曲折逆						3	6
D	14	×	×	△		マップが描けない						1	3
	15	×	×	×	曲折逆	欠落	誤り					1	6
	16	×	×	×	重ね合わせ		迷い					2	5

方向指示実験の結果

- 正確
△ おおむね正確
× 誤り

スケッチマップの結果

- 「曲折逆」 左右の曲折を逆に描いたもの
「欠落」 途中の曲折点が欠落したもの
「順序誤り」 前後の曲折点の順序が入れ替わったもの

経路選択理由に挙げられた回数

- 3回以上
2回
1回

図3 東京工業大学石川台実験棟平面図

図4 スケッチマップの例

誘導し、そこで仮の課題(歩行にかかる時間の測定)を与え独力で出発地点に戻らせ(試行1)た後、さらに出発地点から目的地点へと独力で向かわせる(試行2)というものである。実験の最後には2つの経路のスケッチマップを描かせる。

5-2 結果と考察

経路探索行動そのものについては、実験経路が短く、経路を選択すべき地点も1箇所と少なかったため1人を除き全ての被験者が正しい経路を選択し、迷い行動もほとんど見られなかった。しかし、被験者が描いたスケッチマップからは興味深い結果が得られた。それは、実

表3 経路選択理由に挙げられた要素の分類

環境的な情報 ↑ 注視対象となる情報 ↓	分類	被験者が挙げた経路選択理由(例)
	方向	あっちの方、左の方
	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

験経路が1階部分と2、3階部分とでは上下で異なっているにもかかわらず、半数以上の被験者(16人中9人、表2参照)が、それらの経路が重なっているようなスケッチマップ(図4)を描いたのである。そして、そのようなスケッチマップの大半は、階段部分について、実際とは異なる形状にしたり、曲折や長さを曖昧に描くことにより、上下階で経路が重なり合うようにしていた。つまり、上下移動の部分で平面的な位置のずれを調整していたことになる。これより、複数階にわたる移動時においては、上下階の経路の空間的対応が把握されにくく、多くの人は実際の空間の違いに関わらず、「上下階の平面は同じで重なり合っている」という先入観に基づいて、先に体験した経路のイメージから次の階の空間を理解する傾向があるといえる。

6. 上下方向の移動手段の違いと経路探索行動

6-1 実験の目的と方法

上下方向の移動手段および経路周辺の視覚的情報量の違いによる経路探索行動の変化を検証することを目的として、東京大学法文2号館およびT百貨店において2つの階にわたる実験経路を設定し経路探索行動実験を行った。

東京大学法文2号館においては、異なる上下方向の移動手段を各々含んだ、エレベーター経路(1F→3F)、変形階段経路(3F→4F)、折り返し階段経路(1F→2F)の3本の実験経路を設定した。実験手順は、それぞれの経路について、出発地点から目的地点まで被験者を誘導し、そこで仮の課題(簡単な選択回答式のクイズ)を与え、選択肢が用意してある出発地点まで独力で戻らせ(試行1)、選択回答

図5 東京大学法文2号館平面図（折り返し階段経路）

図6 T百貨店平面図（エレベータ経路）

後再度目的地まで独力で歩行させる（試行2）というものである。3経路のうち最後に行った折り返し階段を含む経路については、独力で出発地点に戻った時点で（試行1終了後）、被験者に経路のスケッチマップを描かせ、その後再度目的地まで独力で向かわせた。

T百貨店に於ては、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む、階段取り付き部の通路の作られ方が異なる2経路（1F→2F、5F→4F）の計4経路を設定した。実験は、仮の課題（商品の選定）を与え東京大学の場合と同様に行い、経路探索実験終了後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。

6-2 結果と考察

本実験では経路探索時の被験者の行動を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」行動に分け分析した。図7は、各実験経路の上下方向の移動直後の経路選択地点^{注5)}における「迷い」と「誤り」の発生回数を示したものである。

図7 各実験経路における「迷い」、「誤り」発生回数

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、東京大学の折り返し階段経路やT百貨店のエレベータ経路のように、経路選択地点によって「迷い」や「誤り」の発生回数に大きな差のある場合がある。

T百貨店のエレベータ課題試行2（4階）の選択地点においては「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、選択地点から見渡せる床や天井の仕上がり均一で、明確な目印となるようなサインや商品がないなど、選択地点における左右のシーンが似通っていることが考えられる。また、視覚的な情報により経路を特定できない状況では、自らの方向感に頼ることが考えられるが、この場合は目的地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T百貨店のエレベータ試行1課題では、「誤り」や「迷い」が少ない。これは、選択地点の右方向がレストラン街で通路にそれを示す大きなサインがあり、また床や天井の仕上がりも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おり、要素的、空間的情報が左右で明確に異なっていたことが原因と考えられる。東京大学のエレベータ経路においても「誤り」や「迷い」が少なく、これも壁面と窓によって選択地点の左右で明るさや外の景色が明確に異なっていたためであると考えられる。

この他の東京大学折り返し階段経路についても経路選択地点での左右の見えの違いが「迷い」や「誤り」の発生回数と関係していることが確認された^{注6)}。以上から、上下方向の移動手段の違いによる影響は、他の環境条件による影響に比べて小さく、上下移動直後（階段の取り付き部など）の空間の作られ方が「迷い」や「誤り」の発生に大きく影響を及ぼしていることが明らかになった。

7. 経路探索行動の個人差に関する考察

7-1 スケッチマップと経路探索行動の関係

東京大学法文2号館の折り返し階段経路について被験者が描いたスケッチマップマップと描画後の経路探索行動とを比較すると(表2)、マップを描けなかったり間違えてたりしているにもかかわらず正しい経路を選択している被験者(4, 10, 13, 14)がいることが分かる。これは、事前に方向などの経路に関する情報が十分に把握されていなくても、その場その場で周辺環境から情報を得ることにより正しい経路を選択できるということを示している。その一方で、被験者14のように、方向指示実験において全地点で誤った方向を指示し、経路探索実験でも正しい経路選択ができないなど、事前に方向を認識することから、実際の場面において情報を得ることもできない人が存在することから、必ずしも全ての人が眼前の環境から情報を得て経路選択のためにうまく利用できるとは限らない。

7-2 経路選択理由と経路探索行動の関係

T百貨店において被験者が経路選択の理由として挙げた回答についてその内容に基づいて表3のように分類した。「方向」は被験者が「あっちの方向」「左手」などといった自己を中心とするエゴセントリックな系でのおおよその方向を捉えたものであり、このような記憶には視覚的な情報だけでなく、身体運動的な記憶も含んでいると考えられる³⁾。「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であり、「表面的特徴」は床や天井の仕上げといった2次元的な特徴によるもの、「要素的特徴」はサインや商品などの注視対象となり得る要素的な情報である。

それぞれの被験者が経路選択理由として挙げた内容の種類別の回数と経路探索の際の「迷い」と「誤り」の回数を表2の右端に示す。これによると、「迷い」や「誤り」の回数が中間的な被験者についてはあまり明確ではないが、「迷い」や「誤り」の全くない被験者は、方向指示実験の成績が良く、経路選択の理由として「方向」や「空間的な特徴」を数多く挙げるなど、幅広い種類の情報を経路選択のために利用していることが分かる。一方、「迷い」や「誤り」が多い被験者については、経路選択に用いた情報がサインや商品などの要素的な情報に偏っており、方向指示実験の成績が悪く、「方向」に関する情報については殆ど挙げられていないことが分かる。また、「空間的な特徴」についても挙げられていない場合が多い。つまり、これらの被験者は、前述したエレベータ課題試行2の6階の選択地点のように、明確に経路を特定できる要素的な情報がある場合にはそれによって正しい経路を選択できるが、エレベータ課題試行1の4階の選択地点のようにそのような情報がない場合には、それに変わる経路選択のための情報として自身の方向感覚や空間的な特徴などをうまく利用できないため、結果として迷ったり、誤った経路を選択する場合があることを示している。したがって、正しい経路選択を行うためには「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」²⁾¹¹⁾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。

8. まとめ

本研究では、以下のことが明らかになった。

1. 方向の把握や正しい経路を選択する能力には大きな個人差がある。
2. 上下方向の移動によりそれまで捉えられていた方向を見失った場

合でも、周辺環境から情報を得ることで正しい方向や経路を再認識できることがあるが、それは個人や環境のあり方によって異なる。

3. 複数の階にわたって移動する場合、人は「上下階の平面は同じで重なり合っている」という先入観に基づき、先に体験した経路のイメージによって次の階の空間を理解する傾向がある。
4. 上下方向の移動手段の違いによる影響は移動後の階の環境から提供される情報の違いによる影響に比べて小さい。
5. 正しい経路を選択するためには異なる種類の情報を周辺環境の変化に応じて柔軟に組み合わせて利用することが有効である。

注

- 1) 本論文は1997年度建築学会大会で発表した内容(文献12)に加筆・修正したものである。
- 2) 実験経路の設定にあたっては、出発地点から目的地まで不自然な大回りを選べできるだけ最短距離になるようにし、また教示では仮の課題を与えて、日常行う経路探索行動により近くなるよう心掛けた。
- 3) 2Fの階段直後の廊下は、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。
- 4) 方向指示実験の結果の判定については、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±5°を許容し、正確な方向に対してのずれが±50°以内のものを「ほぼ正確」と判定した。また、その半分の±25°以内のものを「正確」とした。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±50°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。
- 5) 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地点の場所(階)は異なる。例えば、図6に示す折り返し階段経路について見ると、試行1における経路選択地点は1階の階段を下りた直後の地点であり、試行2においては2階の階段を上った直後の地点になる。
- 6) 東京大学折り返し階段経路では、試行1の1階の階段を下りた地点においては、廊下の左右両突き当たりにはともに窓が見えないのに対して、試行2の2階の階段を上った地点においては、右手突き当たりに窓が見えるが、左手には窓がなく、経路選択点における左右のシーンが異なっている。

参考文献

- 1) Weisman, J.: Evaluating architectural legibility; Way-Finding in the built environment, Environment and Behavior, Vol.13, pp.189-204, 1981
- 2) 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
- 3) 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, 日本建築学会計画系論文報告集, No.437, pp.77~86, 1992.7
- 4) 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, 日本建築学会計画系論文報告集, No.454, pp.93~102, 1993.12
- 5) Passini, R.: Wayfinding in Architecture, Van Nostrand Reinhold, 1984
- 6) 日色真帆ほか: 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
- 7) 舟橋国男: 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
- 8) 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
- 9) 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
- 10) Lawton, C.A.: Strategies for indoor wayfinding; the role of orientation, Journal of Environmental Psychology, No.16, pp.137-145, 1996
- 11) 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
- 12) 串山典子, 添田昌志, 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, 1997.9

(1998年4月10日原稿受理, 1998年9月11日採用決定)