探索型ビデオ環境シミュレーションの再現性に関する考察

—実環境との探索行動比較実験

THE STUDY ON THE REALITY OF WAYFINDING SIMULATION
BY VIDEO ENVIRONMENTAL IMAGE

—The comparison with in real environment

森 一彦*, 野原 裕介**, 柴田 良一***, 小池 啓高****

Kazuhiko MORI, Yusuke NOHARA, Ryoichi SHIBATA
and Hirotaka KOIKE

The purpose of this study is to clarify the difference between spatial cognition from WASS (Wayfinding Active Simulation System) environment and Real Environment. Concretely, It made wayfinding experiment and sketchmap inquiry after the spatial learning trials. There are two groups with different information presentation. Group R is learning space by walking through real environment. Group W is learning space with WASS. Group R can recognize space better than Group W. Finding of this study are as follows. 1) Spatial cognition is affected by physical activity and view. 2) Physical activity mainly influences orientation. 3) View mainly influences cognitive map.

Keywords :Video Environment, Wayfinding, Spatial Cognition, Reality

ビデオ環境、探索行動、空間認知、再現性

1. 研究の背景と目的

現在、映像技術の進展に伴いビデオやコンピュータグラフィックスなどの視覚的な環境シミュレーションを活用して住宅や施設などの計画・設計や販売など様々な場面に活用されるようになってきている。
注1) これらは、空間イメージをその場所に行くことなく疑似体験として伝達する有効な手段で、今後の広範囲な活用が予測されている。しかし、この視覚的な環境シミュレーションによる擬似的空間体験は、身体的移動や動作（以下、身体性と称す）を伴わないことや映像スクリーンによる視野の狭さなど実環境との相違点もあり、実環境に比べてどのような相違があるかなど今後の十分な検討が必要とされている。

本研究では、今後、探索行動の再現実験などに活用が期待される「空間内のビデオ映像を連続的に選択しながら空間を探索する探索型ビデオ環境シミュレーション」に注目し、このシミュレーションが実環境に対する再現性について基礎的な考察することを目的としている。具体的には、実環境と我々が独自に開発した Wayfinding Active Simulation System による疑似環境（以下、WASS 環境と称す。詳細は後述を参照）での探索行動を実験的に比較し、探索行動および空間認識の差異を明らかにする。

2. 視覚的な環境シミュレーションの既往研究と本研究の位置づけ

視覚的環境シミュレーション活用して、空間認知や探索行動の特性に関する各種の研究^{3)~14)}が既になされている。視覚的環境シミュレーションの技術的手法から分類すると、コンピュータグラフィックス（以下、CG）と実写ビデオ、その両者を組み合わせたものがあり、さらに実写ビデオには模型を撮影する「模型ビデオ」と実際の環境を撮影する「実環境ビデオ」がある。実環境ビデオは、CGや模型ビデオと比較し、環境を変更してシミュレーションすることには不向きであるが、現実環境の詳細な要素や雰囲気伝える再現性の高い手段である。近年、CGも極めて実写に近い映像表現が可能であるが、その再現には極めて多くの入力作業を要し、実環境を再現し検討するには実環境ビデオが効率的である。

CGによる視覚的環境シミュレーションとしては、探索行動における注視や探索要因に関する研究、認知地図や空間認識・記憶に関する研究^{3)~6)}、街路景観や住空間・構造体空間の印象・イメージ評価に関する研究^{7)~9)}などがある。また、模型ビデオによる視覚的環境シミュレーションとしては、模型内の超小型カメラ撮影による移動を再現しその際の視覚的映像の有効性に関する研究¹⁰⁾や経路

* 大阪市立大学大学院 助教授・工博

** 積水ハウス㈱

*** 岐阜工業高等専門学校 助教授・工博

**** 岐阜工業高等専門学校専攻科建築工学専攻

Assoc. Prof., Dept. of Well Being Technology, Faculty of Human Life Science, Osaka City Univ., Dr. Eng. Sekisui House Co., Ltd.

Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Gifu National College of Technology, Dr. Eng. Advanced Engineering Courses, Dept. of Architecture, Gifu National College of Technology

探索方略に関する研究¹¹⁾などがある。さらに、CGと模型とを組み合わせた視覚的環境シミュレーションとして、CG画像と模型画像を合成した視覚シミュレーションの開発に関する研究¹²⁾がある。このように視覚的環境シミュレーションの研究的広がりが見られ今後の展開が期待されるものの、現時点では基礎的な研究にとどまっている。特に再現性に関して①映像表現の簡略化、②視野の狭さ、③身体的移動の欠如、④一方的な映像提示などが実環境との相違の生じる要因としてあがっている。

以上のようにビデオ映像によりCG・模型に比較しより詳細な環境要素を再現することができる点、被験者自身で経路選択し能動的に探索できる点において、再現性に有意な点を備えている。また、ビデオ器機による記録・再現の容易さを備えており、今後広く活用が期待させる。

3. 研究方法

(1) 実験環境

実験環境として、図1のようにO大学のS棟の建物内にスタート地点から三つの目的地点を経由してスタート地点に戻ってくるコースを設定した(以後、設定経路と称す)。この建物は2つの棟が廊下で連結された3階建ての建物で、1階は口の字型、2階コの字型につながり、3階は2棟が平行して分かれる構成となっている。各廊下は中廊下形式のため視覚的に建物全体を見通することは難しく、また各廊下は同種の研究室・実験実習室が配置されているため類似した環境状況であり、建物内部は単純な構成ながら迷路的な特徴を持っている。したがって経路探索では、経路上の分岐点の特徴や折

れ曲がり順番などの手続的認知と「自分がどの棟のどの階にいるか」などの空間定位、建物の形に関する空間構成認知を組み合わせる必要がある。

(2) 実験概要

実験では、探索型ビデオ環境シミュレーションの再現性を多面的にとらえるために、利用者が最初に施設を案内され、その後独力で施設利用する空間学習の過程を想定して、「設定経路誘導」、「設定経路探索」、「最短経路探索」の3段階の実験を行い、スケッチマップ

図2. 実環境での探索

図3. WASS環境での疑似探索

ビデオ映像における移動速度は約1m/s、また、曲角での回転速度は約30度/sである。使用したビデオ映像は352×240(ピクセル)でプロジェクターによるスクリーンへの映写時の被験者の視野角は左右90度、上下67度である。

図4. 実験装置の概要

図1. 設定経路

図5. 被験者が描画したスケッチマップの例

描画、経路探索における間違い状況、方向定位などを分析データとした。特に今回の比較実験では、サイン情報に大きく依存する初めての利用を想定したものでなく、繰り返しによる空間学習での相違に着目している。そのため被験者の空間認知能力や記憶力などの影響を受けやすい側面があり、被験者選定では偏りが生じないように配慮した。具体的には、被験者として、空間的な能力に差が生じにくいように、S棟に入ったことのない学生で、建築学や住居学など専門的知識の無い18歳から26歳の男女各10名、計20名を選定した。これらの被験者たちを無作為に10人ずつ（男女各5名）の2つの被験者群、実環境実験（図2）のグループRとWASS環境実験（図3）のグループWに分けた。以下のように①～⑥の手順で実験を行った。

①WASS操作練習（グループWのみ）：被験者にWASSの操作を説明し、練習用の経路で自由に歩行させることにより、操作に十分に慣れさせた。

②設定経路誘導：設定経路のスタート地点で被験者に対して経路と各目的地点を記憶するように教示を行い、その後、被験者に実験者の指示に従い、グループRは実環境内で、グループWはWASS環境内で設定経路を歩行させることにより、経路と各目的地点を記憶させる。

③スケッチマップ描画：白紙にS棟の地図を描かせた。スケッチマップ描画の際に、東西・南北の2つの通路の距離をスケッチマップの中に数字で記入させた。特に、単位がない数字を記入した場合、実験者が口頭で単位を書くように教示した。

④設定経路探索：被験者に学習したとおりに経路を歩行させた。実験者は被験者の後方を付いて歩き、その行動を調査する。歩行中に経路を間違った場合、目的地点を間違った場合、実験者が間違いを説明し、正しい経路を教え、歩行を続行させた。探索歩行中、スタート地点と各目的地点において方向定位実験を行った。

⑤最短経路探索：設定経路探索課題の直後に、被験者に対して最短経路で第2目的地点に向かうように教示を行い、被験者に自身の考える最短経路で第2目的地点を探索させた。

⑥インタビュー：実験中の行動に関してインタビューを行った。どのように考えて経路を進んだか、どのように各目的地点を記憶していたか、なぜ経路を間違ったのかなどについて詳細に質問した。

(3) 実験装置の概要

本研究で活用するWASSは、図4のように経路を移動するビデオ映像を連続的に再生し、それを眺めることによって空間を擬似的に体験する装置である。特に本装置の特徴は、被験者が分岐点（経路を選択する点）で任意の方向を自身で選択できる点にある。これによって、従来のビデオ映像では受身的に体験していたのに対し、本システムでは能動的（Active）に空間を体験することができる。具体的な操作は、テンキーで移動したい方向を選択しながら移動する。キー操作はWASS操作練習によって、ほとんどの被験者が直接見ないで操作できるようになる。また、キーを操作する際は映像は静止状態で、キー操作後映像がスタートするため、映像を見逃すことは無く、実環境の探索に比較しキーの操作性が探索結果に大きな影響を及ぼすことはないと考えられる。さらに、ビデオ映像の終了後はそのまま最後のシーンが静止状態で映し出された後、次の映像へは最後の同じシーンから始まるため、ほとんど切れ目無くつながっているように感じる。ビデオ映像を映し出すスクリーンのサイズは縦1378mm、

表1. スケッチマップ全体像

被験者	グループR（実環境）										グループW（WASS環境）									
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
経路の正確さ	○	○	○	×	×	×	○	○	○	○	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×
各地点の正確さ	○	×	×	○	×	×	○	×	○	×	○	×	×	×	○	×	×	×	×	×
内外の区別	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
対称性	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	×	○	○	○
階層の対応	○	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○	×	○	×	×	×	×	×	×	×
評価点	5	4	3	4	2	3	5	4	5	4	4	1	3	3	4	2	1	2	3	2

表2. スケッチマップに描かれている要素

被験者	グループR（実環境）										グループW（WASS環境）									
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
階段	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
廊下	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2階の渡り廊下	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
扉	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
中庭	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
部屋	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
正面玄関	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1階のフェンス	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
エレベータ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
トイレ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
評価点	5	2	5	2	4	5	5	5	7	5	6	4	3	2	3	7	4	4	4	4

横1840mmで、被験者はスクリーンから920mm地点を中心にして置かれた椅子に着座しており、視野は左右角90度、上下角67度である。ビデオ映像の移動速度は、直線移動速度約1m/秒、回転速度約30度/秒で統一されている。

4. 設定経路誘導後のスケッチマップ描画の結果

図5に示す例のように被験者が経路誘導後に描画したスケッチマップから、スケッチマップの正確さ、スケッチマップの要素数、スケッチマップの距離感の3つの点から分析した。

(1) スケッチマップの全体像

経路学習直後の被験者のスケッチマップを、以下に示すように、経路の正確さ、各地点の位置、内外の区別、対称性、階層の対応性からスケッチマップの正確さを多面的に分析した。表1はその結果を整理したものである。

「経路の正確さ」：スケッチマップにかかれてある経路が実際の設定経路と合致すれば経路が正確であるとし、スケッチマップの経路が途中で切れて繋がっていない場合、経路が正しくない場合を正確でないとする。

「各地点の正確さ」：設定経路のスタート地点と3つの目的地点の位置が正確に描かれている場合を正確とし、各地点の位置が正しくない場合、または各地点のどれか一つでも描かれていない場合を正確でないとする。

「内外の区別」：設定経路の中で内部と外廊下を歩く箇所について、内外の区別をもって描かれている場合を正確とする。

「対称性」：平面形が対称に描かれている場合を、対称性があるとする。「階層の対応性」：1階から3階にわたる設定経路の向きが揃っている場合を正確とする。具体的には、被験者のスケッチで1階・2階・3階の各廊下が実態と同様に平行に描かれている場合^{注2)}を「向きがそろっている」とし、逆に2階または3階部分が1階に対し、90度振れて（回転して）描かれる場合を「向きがそろっていない」とした。

グループRは全てが内外の区別、対称性をもって描かれていた。経路の正確さは7人、各地点の正確さは4人、階層の対応性は8人

図 6. グループ R の距離誤差

図 7. グループ W の距離誤差

図 8. 距離感の評価点

である。各項目を比較すれば各地点の正確さが低く、地点を特定することの難しさが伺える。グループ W は、経路の正確さが 2 人、各地点の正確さが 2 人、対称性が 8 人、階層の対応性が 4 人であった。内外の区別は全てのスケッチマップに見られた。グループ W は経路の正確さと各地点の正確さ、階層の対応性を欠いたスケッチマップが多い。以上からグループ W がグループ R に比べて大きな差異が見られたのは、経路の正確さと階層の対応性であり、WASS 環境は実環境に比べて場所と場所との相対的な位置関係を把握することが難しいことが分かる。

(2) スケッチマップに描かれている要素

スケッチマップ上に描かれている要素を探索歩行後に描き足されたものを含め、23 種類に分類した。^{注3)} このうち実験環境を形成する主要要素 10 種類を抽出し、この 10 種類のうち何種類が経路学習直

後のスケッチマップに描かれているかを 10 点満点で評価した(表 2)。

両グループの全ての被験者が描画していたのは階段で、このほか廊下が多かった。その他の要素については数、種類とも被験者毎のばらつきが見られ、どちらのグループも少ない被験者が要素数 2、多い被験者は要素数 7 である。以上のことから、グループ R・グループ W の要素数、種類に差があまりみられず、WASS 環境で実環境とほぼ同程度の要素を認知することができるといえる。

(3) スケッチマップの距離感

スケッチマップの距離感の評価として、被験者がスケッチマップ上に記入された「距離の誤差」を分析した。「距離の誤差」は、スケッチマップの中に数字で記入させた東西・南北の 2 つの通路の距離の合計をスケッチマップ距離とし、下式に従って誤差を算出した。

距離誤差 $E1 = |(\text{スケッチマップ距離}) - (\text{実距離})| / (\text{実距離})$

図 6・図 7 は実環境・WASS 環境の各々の距離誤差を示している。図 8 は距離誤差を 5 段階のカテゴリー別に評価点(距離誤差 0.4 未満が評価点 5、同様に 0.4 以上 0.8 未満が 4、0.8 以上 1.2 未満が 3、1.2 以上 1.6 未満が 2、1.6 以上 1) を付け、両環境の評価点別被験者数を比較している。

距離誤差についてみると両グループとも被験者間にばらつきが見られる。グループ W はグループ R に比較し、いくぶん距離に誤差が生じやすいといえるが大きな差はなく、視覚的なシミュレーション環境でもある程度距離感をつかむことができる被験者がいることが分かる。これは、ビデオ映像内の家具やドアなど環境要素が再現されており、それが距離感をつかむ重要な手がかりになっていると推察される。

5. 設定経路探索実験の結果

(1) 経路間違い・目的地点間違い

実験中、設定経路とは違う経路を選択した場合を「経路間違い」、目的地点ではない場所を目的地点と間違えた、あるいは目的地点を目的地点だと分からずに通り過ぎた場合を「目的地点間違い」とし、それぞれの回数を分析した。設定経路上に分岐点が 15 箇所、目的地点が 3 箇所あり、経路間違いの最大数は 15、目的地点間違いの最大数は 3 である。図 9、図 10 のように、グループ R で、経路間違いがない被験者は 10 人中 7 人、1 回間違いが 1 人、2 回間違いが 2 人である。3 回以上間違えた被験者はいない。グループ W で、経路間違いがない被験者は 10 人中 3 人、1 回間違いが 3 人、2 回間違いが 2 人、3 回間違いが 1 人、4 回間違いが 1 人である。また、グループ R で目的地点間違いがなかった被験者は 10 人中 4 人、1 回間違いが 5 人、2 回間違いが 1 人で、3 回以上間違えた被験者はいない。グループ W で目的地点間違いがなかった被験者は 10 人中 2 人、1 回間違いが 2 人、2 回間違いが 5 人、3 回間違いが 1 人である。また、経路間違いと目的地点間違いを比較すると、箇所ごとにみたときの発生しやすさは、実環境・WASS 環境ともに目的地点間違いの方が高くなっている。

以上の結果からみると、グループ W は被験者間の間違い数にばらつきがあるが、グループ R と比較し、経路間違い・目的地点間違い共に多く、経路探索の困難性が高いことが分かる。一方で、グループ W の中に経路間違い・目的地点間違いをまったくしなかった被験者(W1, W2) もおり、WASS 環境は経路探索に必要な情報を提供してい

図9 グループRの間違い回数

図10 グループWの間違い回数

図11 グループRの方向定位誤差(スタート地点方向)

図12 グループWの方向定位の誤差(スタート地点方向)

図13 方向定位の評価点

るともいえる。前述のスケッチマップ描画の結果と合わせてみると、全体像・要素の得点の低い被験者と間違いの多い被験者とが一致していることから、経路誘導時点での経路・目的地点の学習が十分でなかったことが、経路間違い・目的地点間違いを起こしやすくしていると推測できる。このことから、空間認識力の低い被験者にとっては、WASS環境の情報を有効に活用できない場合があり、経路探索の困難性が高まる傾向があることが分かる。また、実環境・WASS環境ともに、目的地点間違いが経路間違いに比べ多くなっているのは、今回の実験環境の廊下が類似した部屋の並びになっており、正確な地点の特定が困難であったと考えられる。

(2) 方向定位

設定経路上のスタート地点と3つの目的地点の計4地点において、相互に他の3地点に対して方向定位実験を行った。4地点3方向の合計12の方向定位データを得た。被験者に各地点の方向を調査紙の上に矢印を書かせ、実際の方角との誤差を計算した。図11、図12はスタート地点に対する3つの目的地点での結果である。また、図13は方向定位誤差の中央値に近い数値の30度を基準値として、30度以内を1ポイント、30度以上を0ポイントとして、全12の方向定位データを加算集計したものである。

図11、図12から、グループRの方向定位の誤差は1人(R6)を除く9人の被験者は方向定位の誤差の個人平均は30度以下で、うち5人(R1, R4, R5, R7, R10)は方向定位の誤差の平均が10度以下と極めて低く、どの目的地点に対しても方向定位の誤差が小さい。方向定位誤差の小さい5人のうち3人は経路間違いがない被験者と一致している。一方グループWはグループRに比べ誤差が大きくなっている。3地点合計で30度以下になる誤差の小さい被験者2人(W1, W5)がいるが、それ以外では個人平均で50度以上の誤差があり、1地点で90度以上の誤差がある被験者もいた。12方向定位データを集計した図13からも同様な結果が示されており、グループRとグループWでは大きな差が生じている。特に、グループWは方向定位ができる被

表3. 最短経路探索における評価基準

評価点	評価基準
5	探索歩行前に最短経路を二通り思いつき、第2目的地点へ到達
4	探索歩行前に最短経路を一種類思いつき、第2目的地点へ到達
3	探索歩行中に最短経路を思いつき、第2目的地点へ到達
2	最短ではない経路で第2目的地点へ到達
1	第2目的地点へ到達できない

図14. 最短経路探索の評価

験者とできない被験者に明確に分かれている。

以上の結果から WASS 環境は実環境と比較し方向定位がつかみにくく、特に空間認識力の低いものにとっては、大きな誤差が生じることを示している。これは WASS 環境の視野の狭さと身体的に経路の折れ曲がりを感じられないことが組み合わされた結果であると推測される。

6. 最短経路探索課題の結果

設定経路探索課題の後に、スタート地点から第2目的地点に最短経路で行くように教示し、被験者を自由に探索させた。スタート地点から第2目的地点への最短経路は二通りある。^(註4)被験者の最短経路探索中の行動および探索歩行後のインタビューから、表3のように5段階に分類した。グループRは7人が迷うことなく最短経路で第2目的地点へ到達している。図14のように、うち4人の被験者は探索歩行後のインタビューから2通りの最短経路を思い描いていた。残りの3人も迷った末に最短経路を見つけ出すことができた。一方、グループWでは6人が迷うことなく最短経路で第2目的地点へ到達し、二通りの最短経路を理解していたのは2人である。残りの4人の被験者は最短ではない経路で第2目的地点へ到達した。

以上の結果からみると、WASS 環境は実環境に比較し同等の行動を示す被験者もいる反面、大きく劣る被験者もあり、被験者間の差が大きくなっている。これは、先の設定経路探索実験の結果と類似しており、空間認識力の低い被験者にとっては、WASS 環境の情報を有効に活用できないで経路探索の困難性が高まる傾向があることが分かる。特に、実環境ではどの被験者も最短経路を見つけ出すことができていたが、WASS 環境のみに最後まで最短経路が分からない被験者(4名)がおり、WASS 環境の視野の狭さが経路発見を難しくしていると推測される。

7. 探索型ビデオ環境シミュレーションの再現性

総合評価として、評価項目ごとに各被験者の実験結果を整理すると表4になる。評価点は比較分析しやすいように5段階に統一した。各評価項目について実環境のグループRとWASS 環境のグループW間の有意差検定を行った結果が表4の右欄である。有意差がある評価項目としてスケッチマップ全体像、方向定位、および設定経路探索があり、また有意差がないものとしてスケッチマップ要素数、距離感、最短経路探索がある。

スケッチマップ全体像・方向定位・設定経路探索で WASS 環境が実環境がに比べ低い結果となっており、WASS 環境では空間の全体構成や位置関係を認識することが難しくなる傾向がある。しかし、表4中の各被験者ごとにみると、WASS 環境においても探索行動での間違いが無く、方向定位も正確な被験者がおり、評価点が低い被験者と高い被験者に分かれていることが分かる。このことは、WASS 環境では被験者の空間探索能力または空間認知能力の差が大きくなることを意味している。

この要因として、WASS 環境における視野の影響が大きく作用していると考えられる。たとえば、見渡すことが重要な働きをする方向定位や経路の修正についてみると、実環境では方向定位や経路の修正ができる被験者がいたのに対し、WASS 環境では修正できる被験者は極めて少なくなっており、視野が狭く見渡しがし難い WASS 環境ではそれが困難であることが分かる。

スケッチマップの要素数、距離感、最短経路探索で WASS 環境と実環境とに有意な差がなく近い結果となっているのは、WASS 環境の特徴であるビデオ映像の描画性の高さが影響していると考えられる。家具やドアなどの情報を実空間と同等に伝達でき、被験者がその内部状況から距離を認知できることを示している。また、最短経

表 4. 被験者総合評価表

評価項目	評価点	実環境										WASS環境										有意差検定(注)					
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	度数	平均点	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	度数	平均点	有意確率	
スケッチマップ全体像	5											3													0		** 0.0012
	4											4													2		
	3											2	3.9												3	2.5	
	2											1													3		
	1											0													2		
スケッチマップ要素数	5 (10~9)											0													0		- 0.200
	4 (8~7)											1													1		
	3 (6~5)											6	2.6												1	2.2	
	2 (4~3)											1													7		
	1 (2~1)											2													1		
距離感	5											2													1		- 0.376
	4											4													3		
	3											3	3.6												4	3.1	
	2											0													0		
	1											1													2		
設定経路探索	5 (間違い0回)											4													2		* 0.075
	4 (間違い1回)											3													0		
	3 (間違い2回)											1	3.8												2	2.5	
	2 (間違い3回)											1													3		
	1 (間違い4回以上)											1													3		
方向定位	5 (12)											6													2		** 0.015
	4 (11~9)											2													1		
	3 (8~6)											1	4.3												0	2.6	
	2 (5~3)											1													5		
	1 (2~0)											0													2		
最短経路探索	5											4													2		- 0.208
	4											3													4		
	3											3	4.1												0	3.4	
	2											0													4		
	1											0													0		

(注) 両側5%検定。* は0.05未満、* は0.05以上0.1未満、一は0.1以上

路探索で有意差がないのは、WASS 環境でも実環境と同等の行動を示す被験者がいるためであると考えられるが、一方で WASS 環境のみに最後まで最短経路を見つけない被験者もあり、空間認知能力の低い被験者にとっては実環境よりも WASS 環境の方が経路探索の困難性が高くなる傾向がある。

8. まとめ

本実験では擬似的に環境を疑似体験できる探索型ビデオ環境の WASS 環境と実環境との比較実験を行い、以下のことが明らかになった。

- ① WASS 環境は、環境内の家具やドアなどの要素が詳細に再現され、環境要素の把握や距離感に関して実環境に近い再現性がある。
- ② WASS 環境は、空間を見渡しにくいいため実環境に比べ空間構成の認識や方向定位が難しい面があり、迷った場合など経路や方向定位の修正が難しくなる傾向がある。
- ③ WASS 環境では被験者間の差が大きくなる傾向があり、特に空間認知能力の低い被験者にとってその差が大きくなる。

以上の結果からみれば、WASS 環境は、描画性の高さから実環境に近い再現性があるものの、視野の狭さによる全体把握の困難さから方向定位などの一部の評価指標の低下や個人差の拡大傾向など、使用に際し配慮すべき点がある。特に WASS 環境の視野は技術的な問題であり、今後、広角映像にすることで改善が可能で、方向定位や探索課題に関してより再現性の高いものになると考えられる。また、個人差が大きくなる傾向については、個々の被験者の空間的能力に関する資質によるものか、システムの習熟度の相違によるものかは、今回の実験では十分に把握できなかった。特に後者の習熟度に関しては、WASS 環境の事前練習の充実などの対応策が想定されるが、その有効性については今後の課題としたい。

注

- 1) 住宅メーカーの住宅内部を移動体験やキッチンメーカーによるキッチンなど設備家具を含めたインテリアの疑似体験、まちづくり活動における街路景観の歩行体験など、様々な分野で活用され始めている。
- 2) 「実態と同様に平行に描かれている場合」とは 1 階西側の廊下と 2 階の渡り

表5 スケッチマップ描画要素

要素	描画人数(人)
階段	20
廊下	16
2階の渡り廊下	13
扉	11
中庭	9
部屋	8
正面玄関	4
1階のフェンス扉	3
エレベーター	2
トイレ	1
経路外の庭	8
経路外の建物	3
タペストリー	2
植栽	1
実験器具	1
部屋の名札	1
消火栓	1
太陽	1
自動販売機	1
家の模型、図面	1
白衣	1
椅子	1
机	1

廊下、1 階南側の廊下と 3 階の南側廊下がそれぞれ平行に描かれている場合であり、その場合を「向きがそろっている」とした。それとは逆に直行している場合を「向きがそろっていない」とした。

- 3) スケッチマップ上に描かれた要素は、表 5 のように 23 種類に分類された。その中で、建物内の環境要素の 10 種類について分析を進めた。その他の要素には、「経路外の庭」や「経路外の建物」の外に見える要素や、タペストリー、植栽、実験器具など装置・物品などがあり、経路探索とは直接的な関連が小さく、比較分析も難しいことから、分析対象から除外した。
- 4) スタート地点から第 2 目的地点への最短経路は、下図のように先に階段を上る経路と廊下を進んでから階段を上る経路の二通りがある。

参考文献

- 1) Passini, R., Rainville, C., & Habib, M.: Spatio-cognitive deficits in right parietal lesion and its impact on wayfinding: a case study, *Neurocase*, Vol. 6, 245-247, 2000.
- 2) NOHARA Yusuke, MORI Kazuhiko: "Can man recognize the space by seeing Video information?" The comparison between wayfinding behaviors in Video-environment and Real Environment, the 5th EBRA International Symposium, 123-129, 2002.
- 3) 鈴木利友、岡崎甚幸：地下鉄駅舎とその仮想現実空間における探索歩行時の注視と歩行行動の比較、日本建築学会計画系論文集 第 555 号、199-205、2002. 5
- 4) 徐華、松下聡、西出和彦：経路選択の要因分析、日本建築学会計画系論文集 第 534 号、109-115、2000. 8
- 5) 徐華、松下聡、西出和彦：認知地図の特性、日本建築学会計画系論文集 第 545 号、109-115、2001. 7
- 6) 蒲地輝尚、浅見泰司、岡部篤行：経路記憶に関する実験的分析、第 23 回日本都市計画学会学術研究論文集、7-12、1988.
- 7) 鄭在熙、奥俊信、舟橋國男、小浦久子、木田道宏：バーチャルリアリティを用いた街路景観の移行変化と評価に関する研究、日本建築学会計画系論文集 第 503 号、163-169、1998. 1
- 8) 小野浩史、森川泰成：仮想住環境シミュレーションシステムの開発、日本建築学会技術報告集 第 14 号、171-176、2001.
- 9) 神津康之、鈴木信宏：覆い構造体空間のイメージとその空間構成要因の CG 実験調査、日本建築学会技術報告集 第 14 号、255-258、2001.
- 10) 田苗稔、両角光男、位寄和久、本間里見：QTVR を用いたまち行動シミュレータの構築、日本建築学会大会学術講演梗概集、F-1 分冊、957-958、2000
- 11) 松本直司、山本誠治、山下恭弘、瀬田恵之、谷口汎邦：模型空間知覚評価メディア（シミュレータ）の有効性、日本建築学会計画系論文集、第 432 号、89-97、1992. 2
- 12) 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集 第 512 号、73-78、1998. 10
- 13) 大野隆造、青木宏文、添田昌志：CG 画像と模型画像の合成による視覚シミュレーション、日本建築学会技術報告集 第 12 号、135-138、2001.
- 14) 西應浩司、材野博司、松原斎樹、藏澄美仁：認知地図から見た街路空間の連続的認識、日本建築学会計画系論文集、第 529 号、217-223、2000. 3

(2004 年 1 月 10 日原稿受理、2004 年 8 月 16 日採用決定)