

空間体験型コンテンツにおける行動把握と体験性向上の基礎研究

○川角 典弘*¹ 高木 祐多*²

キーワード：仮想空間、臨場感、3DCG、シミュレーション、SD法

1. 研究背景と目的

CG や Web ネットワーク関連の技術革新にともない、デジタルメディアによって誰もが容易に3次元空間モデルの作成や仮想的な空間体験シミュレーションが行えるようになってきた。従来の写真や地図等の平面的な二次元表現に加え、3D表示に対応したモニターや大画面のスクリーン型ディスプレイ、装着型のHMD、持ち運びが容易なタブレット等、空間体験を疑似体験できるハード、ソフトウェアは多数提供されている。

Web コンテンツデザインでは、写真や動画に加えてWeb3Dによるウォークスルー体験や立体視表現等が可能になり、エンターテインメントや観光分野では、観光案内や仮想美術館、仮想ショッピングモール等で自由に3次元空間を歩行探索できる事例が見られる。また建築空間や都市計画を行うデザイナー、プランナーにとっても空間体験型コンテンツは、計画対象となる空間の構成や関係を体験的に把握できる等の利点があげられる。

一方で、空間体験型コンテンツの表現技術や表示機器にはそれぞれ特徴や特性があり、技術の組み合わせや使い方によって、体験している空間構成の理解や受ける印象に違いが生じると予想される。そこで、本研究では、空間体験型コンテンツの表現技術や表示機器の特性を整理し、まち歩き体験コンテンツを作成、被験者による歩行実験を行うことで、技術や機器の特徴の比較検証を行った事例について報告する。その上で、用途・目的に応じた空間体験コンテンツの見せ方や使い分けを提案することを目的とする。

2. 先行研究と本研究方法

デジタルメディアを利用した空間体験の特性を検証した先行研究には、仮想空間内のアニメーション表示やウォークスルー体験が空間把握にどのように影響しているかを検証した事例^[1]や都市空間をVRによるCGモデル、模型、現地写真の3種類の表現方法で提示、合意形成を目的としたVR、模型の有効性の比較事例^[2]等がある。また写真とCGで対象空間を提示した際の印象の違いをSD法で分析、空間体験から受ける印象の評価研究^[3]がある。これらの研究では、技術的な特性やメディアの違いによる比較を主目的としており、また近年では、3D立体

写真やパノラマ体験コンテンツ、さらには3DCGモデルによるウォークスルー等、その表現技術は多様化しているため、ハード、ソフトの複合的な組み合わせによる空間体験の効果について検証する必要がある。

本研究では、空間体験型コンテンツの作成技術動向を調査し、まち歩き（歩行による空間体験と把握）を主目的とした現況写真、立体視写真、パノラマムービー、3DCGによる空間体験コンテンツを作成、表示機器との組み合わせを変えた比較実験を行う。この実験では実験協力者にコンテンツごとに経路探索テスト、現在位置把握テスト、印象評価アンケートを行い組み合わせの違いによって空間構成の把握と臨場感がどのように変化するかを明らかにする。

3. デジタルメディアによる「空間体験：臨場感」

デジタルメディアによる空間体験シミュレーション研究を整理した結果、空間体験型コンテンツには表1で示した、1)大きさやスケールを伝える「空間スケール」、2)歩行体験で得られる対象物間のつながりや方向性を理解する「位置関係」、3)歩行体験に近い操作や周囲の状況を感じ取れる「空間体験」の3つの基準がベースになると仮定した。(表1)本研究ではこれら3つの基準要素で演出される歩行体験を「空間の臨場感」と定義する。

表1 空間体験型コンテンツの三要素

空間スケール	仮想空間上の対象物の大きさやスケール感覚を正しく認識
位置関係	仮想空間上の対象物間の位置関係や方位の把握
空間体験	実空間と同じような雰囲気や仮想空間上で体験できる印象

「空間の臨場感」は以上の3つの基準要素が相互に影響し、表示技術の組み合わせによって仮想空間の歩行体験の印象が変化すると考えられる。

4. 空間体験型コンテンツの技術評価

次に空間体験型コンテンツを作成する技術、表示機器について整理する。空間モデルの作成技術では地図、パースペクティブドローイング、現況写真を二次元的な空

間表現とし、模型、3DCG、動画（映像およびアニメーション）を三次元的な空間表現とする。またパノラマ写真によるムービー表示や3DCGモデルによるウォークスルー技術はインタラクティブな表現として整理した。これらの表現技術のもつ特性を空間表示の連続性や質感・色の表現などの6項目から比較を行い表2にまとめた。（表2）

表2 空間体験の表現とその特徴

表現技術	空間表示の連続性	視点変更の自由度	奥行き感覚の把握	質感と色彩の表現	対話的操作性	作成の容易さ
地図	△	×	×	×	×	△
パース図	×	×	△	△	×	△
写真	×	×	○	◎	×	○
動画	○	×	○	◎	×	○
模型	◎	○	○	△	×	×
パノラマ	△	◎	○	◎	◎	△
3DCG	◎	○	○	○	◎	×

(◎: 非常に高い, ○: 高い, △: 低い, ×: 劣る)

以上の結果より比較実験で使用する表現技法は現況写真(立体視写真を含む), 3DCGによるウォークスルー, パノラマ写真ムービーとする。表示機器の検討では表示機器のディスプレイサイズと没入度に注目し, 実験対象を選定した。今回実験対象とする機器はタブレット端末, ディスプレイ, ヘッドマウントディスプレイである。

表3 表示デバイスの特性

機器名	表示サイズ: 特徴	没入感
タブレット	小: ハンディサイズで扱いが容易	×
ディスプレイ (大画面を含む)	中~大: 視認性大、サイズ多様	△
立体視ディスプレイ	中: 大画面サイズは無し	○
HMD	小: 視覚的には大画面	◎
プロジェクタ	大: 解像度に依存、視認性大	◎

(◎: 非常に高い, ○: 高い, △: 低い, ×: 劣る)

5. 空間体験実験コンテンツの作成とシステム環境

空間体験の実験対象は和歌山市ふじと台ニュータウン, 和歌山大学キャンパスとした。ふじと台ニュータウンは新興住宅街で街区は基盤目状に区画整備され, ハウスメーカーの類似した家屋が立ち並んでいるため, 来訪者には迷いやすく, またランドマークになるものも乏しいので, 先入観のないまち歩き体験が可能と考えた。



図1 ふじと台街区 2D 写真(左)と立体視写真(右)



図2 パノラマムービーとして作成した元画像

作成した実験コンテンツは以下となる。二次元表現コンテンツとして写真は通常の写真(2D)と立体視写真(サイドバイサイド方式)とし, 一定間隔毎に道路方向にそった写真撮影を行った。(図1) これらの写真は歩行ルート順にスライドショー形式で再生することとする。また立体視写真は 3D 表示対応ディスプレイと専用メガネで再生する。

パノラマ写真コンテンツは, 現況写真を画像編集ソフトでつなぎ合わせ, パノラマコンテンツ作成ソフト(Pano2VR)により, Web ブラウザで再生可能な HTML5 形式とした。(図2)

3DCGによるウォークスルーコンテンツは SketchUp で街区の箱形モデルを作成, 各住戸のファサード写真をテクスチャとして貼付けた簡易モデルとした。(図3) ウォークスルー体験には AutoDesk NavisWorks を使用した。



図3 3DCG で作成した対象地



図4 実験対象とした街区(約 200m 平方)

6. 空間体験シミュレーション実験

写真 (2D および 3D)、パノラマムービー、ウォークスルー可能な 3 次元モデルの 3 つについて表示デバイス、操作方法と組み合わせ、経路探索評価・現状位置把握・街路空間の印象評価の 3 つの実験を行う。

6.1. コンテンツと表示機器の組み合わせ

空間体験シミュレーションにおける表示機器として、通常のディスプレイ (三菱 23 インチ)、立体視ディスプレイ (三菱 23 インチ RDT234WX-3D)、大型タッチパネルディスプレイ (Sharp BigPad 60 型)、iPad2 (表示に Autodesk 360 Mobile を使用)、HMD (SONY HMZ-T1) を使用した。空間体験コンテンツの操作はマウス、タッチ操作、3D マウス (3DConnexion SpaceMousePro) とする。

表 4 空間体験コンテンツと表示機器の組み合わせ

コンテンツ	ディスプレイ	マウス
	2D 写真	HMD
3D 写真	大型ディスプレイ	マウス
	タブレット端末	タッチ操作
パノラマムービー	立体視ディスプレイ	マウス
	HMD	マウス
	ディスプレイ	マウス
		3D マウス
3DCG	HMD	マウス
		3D マウス
	大型ディスプレイ	マウス
		タッチ操作
タブレット端末	タッチ操作	

6.2. 経路探索評価テスト

実験協力者にスタート地点からゴール地点まで各コンテンツで歩行体験をしてもらい、街区の位置関係と空間スケールがどの程度把握できたかを検証する。実験後、白紙に辿ったルートを描いてもらい、ウォークスルー体験にかかった時間とあわせて位置関係や距離感が正しく認識できているかを評価した。

表 5 パノラマコンテンツの歩行体験に要した時間

表示×機器×操作	分:秒
パノラマ×ディスプレイ×マウス	3:14
パノラマ×ディスプレイ×3D マウス	2:35
パノラマ×HMD×マウス	2:22
パノラマ×HMD×3D マウス	3:24
パノラマ×大型ディスプレイ×マウス	1:51
パノラマ×大型ディスプレイ×タッチ	2:21
パノラマ×大型ディスプレイ×3D マウス	2:37
総平均所要時間	2:37

表 6 3DCG コンテンツの歩行体験に要した時間

表示×機器×操作	分:秒
3DCG×ディスプレイ×マウス	1:46
3DCG×ディスプレイ×3D マウス	3:01
3DCG×HMD×マウス	3:20
3DCG×HMD×3D マウス	2:22
3DCG×大型ディスプレイ×マウス	2:20
3DCG×大型ディスプレイ×タッチ	2:30
3DCG×大型ディスプレイ×3D マウス	3:20
3DCG×タブレット×タッチ	2:30
総平均所要時間	2:38

視界・地点固定のスライド写真に対して、視界自由・地点固定のパノラマムービーと視界・地点共に自由の 3DCG コンテンツの平均所要時間は大差がなかった。3DCG コンテンツは連続空間の移動を行うためパノラマムービーよりも時間がかかると思われたが、ウォークスルーの移動速度が速く、効率的に空間体験が可能な結果となった。表示機器の点では視界が広い大型ディスプレイが平均的に早くゴール地点まで辿り着いている。対して HMD は没入感が高いが視野角が狭いため、時間がかかった。ディスプレイによる視界の広がり (視野角) が空間スケールや位置関係の把握に影響すると考えられる。

6.3. 現在位置把握テスト

各コンテンツの歩行体験後に実験協力者にある地点から撮影した画像またはアニメーションを提示、どこから見たものかを地図上に描いてもらうことで位置関係の理解度を検証する。写真の場合は地点と撮影した方向を描いてもらい、パノラマムービーと 3DCG の場合は視点の移動は可能とする。1 つのコンテンツに対して 3 問出題し、正答率から位置関係の把握度合いを分析する。

表 7 歩行体験後の位置関係把握結果

表現×機器×操作	正答率%	表現×機器×操作	正答率%
2D 写真×D×マウス	0	3D 写真×D×マウス	0
2D 写真×HMD×マウス	11	3D 写真×HMD×マウス	0
2D 写真×LD×マウス	22	正答率総平均	0
2D 写真×T×タッチ	0		
正答率総平均	7.5		
表現×機器×操作	正答率%	表現×機器×操作	正答率%
3DCG×D×マウス	88.8	パノラマ×D×マウス	55.3
3DCG×D×3D マウス	77.7	パノラマ×D×3D マウス	55.3
3DCG×HMD×マウス	44.4	パノラマ×HMD×マウス	55.3
3DCG×HMD×3D マウス	66.6	パノラマ×HMD×3D マウス	55.3
3DCG×LD×マウス	77.7	パノラマ×LD×マウス	66.3
3DCG×LD×タッチ	55.3	パノラマ×LD×タッチ	55.3
3DCG×LD×3D マウス	88.8	パノラマ×LD×3D マウス	55.3
3DCG×T×タッチ	44.4	正答率総平均	56.8
正答率総平均	66.6		

表注 D: ディスプレイ, LD: 大型ディスプレイ, T: タブレット

6.4. 空間体験の印象評価テスト

SD 法を用いて、空間体験コンテンツから受けた印象を明らかにする。形容詞対は 18 対、評定尺度は 7 段階で行う。その結果を図 5 に示す。

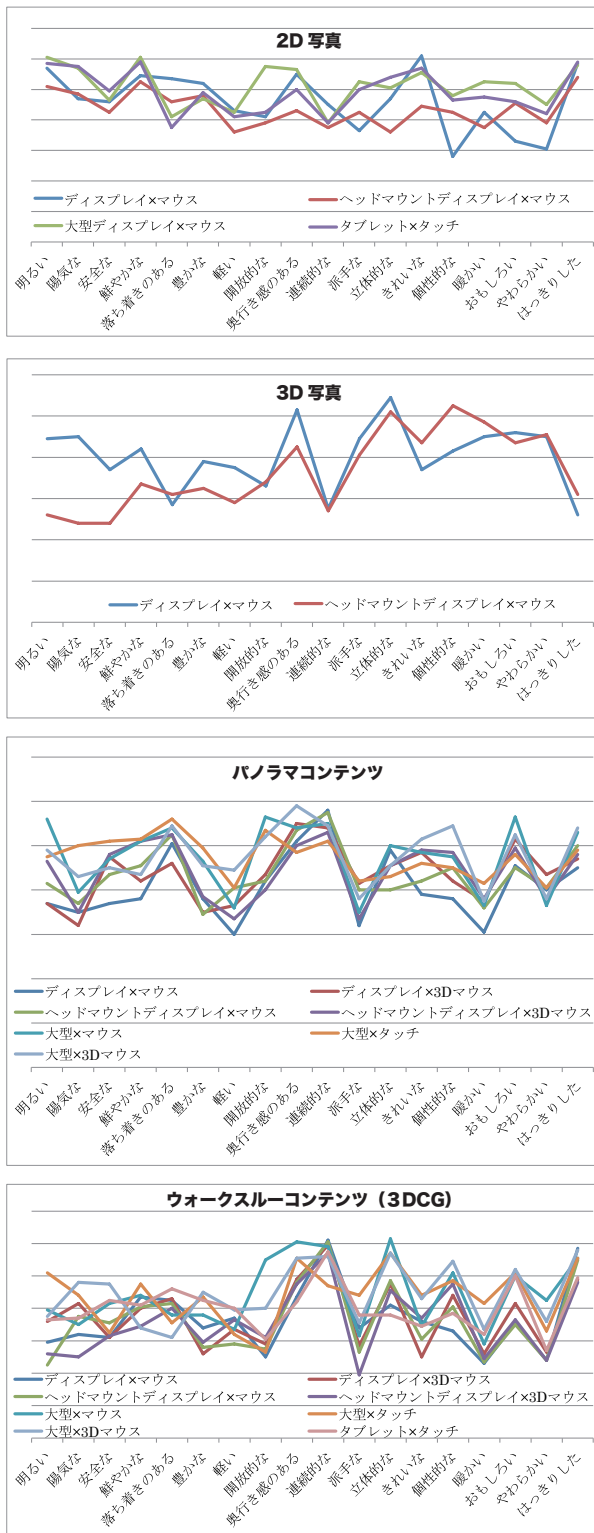


図5 空間体験コンテンツのプロファイル結果

7. 実験結果の考察

経路探索ではパノラマムービーと3DCGには大差はなく、現在位置把握では2D・3D写真で空間の位置関係を掴みにくい。印象評価では2D・3D写真が「連続的な」以外は高評価であるが、HMDは視界の狭さから予想したほどの結果とならなかった。一般に表示サイズが大き

い程、空間の臨場感が高く感じられる結果となった。一方、HMDやウォークスルーに適した3Dマウスは装着感や操作に不慣れなため、操作時間が長くよいスコアとならなかった。ウォークスルーである3DCG表示は現在位置把握に適しているが、印象評価では低めのスコアとなり、モデルのディテールや質感が影響していると思われる。以上の結果を表8にまとめる。

表8 空間体験型コンテンツの「空間の臨場感」評価

表現	空間スケール	位置把握	空間体験 (印象)
2D写真	△	×	視認性, 明快性大
3D写真	○	△	奥行き感, 立体感大
パノラマ	△	○	奥行き感, 連続性大
3DCG	○	◎	連続性, 体験性大

2D写真は位置関係や空間スケール把握は困難だが、視認性が高く、明瞭な空間体験を演出できる。奥行き感を持つ3D写真とすることで若干の改善が期待できる。パノラマムービーは位置関係の把握には有効だが、平面的な印象で空間スケールは伝わりにくく、2Dと3D写真の双方を兼ねた表現となった。3DCGでは位置関係の把握が最も行いやすいが、モデルの精度で差が生じやすく、簡易表現のモデルは地味な印象を与えやすい。表示機器の違いはディスプレイサイズ(表示領域)が臨場感に影響し、操作方法に関してはそれほど依存していない。

8. まとめ

本研究では空間体験型コンテンツを作成する技術の特性を比較実験から明らかにし、空間体験の必要要素を空間スケール、位置把握、空間体験の3つと仮定した「空間の臨場感」と定義、考察した。空間体験型コンテンツの利用は観光案内や仮想店舗空間によるECサイト運用、さらには設計計画段階での空間検討において、より重要になると考えられ、表示技術と機器の組み合わせの違いや特性を把握した上で臨場感を演出する必要があることを明らかにした。

本研究はH25年度科研費研究「デジタルメディアによる討論履歴管理とワークショップ支援システムの開発」(課題番号:25350012)の助成を受けて行われた。

【参考文献】

- 1) 出来祐也他,「建築物のCGアニメーションにおける空間把握の傾向」,日本建築学会近畿支部,2011
- 2) 三輪康一他,「VR及び都市模型を用いた景観シミュレーションの有効性に関する研究」,日本建築学会近畿支部,2011
- 3) 森一彦他,「写真とCG空間の与える印象の相違に関する研究」,日本建築学会近畿支部,2003
- 4) 菅原幹人,「空間体験型コンテンツにおける行動把握と体験性向上に関する基礎的研究」,和歌山大学卒業論文,2013

*1 和歌山大学デザイン情報学科 講師 工修
*2 和歌山大学システム工学部四回生