



実空間とCG空間における印象評価の差異について

K01059 柴田 卓巳
K01078 中山 慎一郎

1. 研究背景と目的

現在、コンピュータの技術は年々向上し、建築の分野においてもCGを使うことによって、実際の建築物を建設後に見るよりも、早く実物のイメージを掴むことができるようになってきている。しかし、CG空間と実空間で同じものを見たときに受ける印象は、果たして同じなのであろうか。実際、私達は2つの空間から受ける印象の間には差が生じ、実空間で感じる印象がCG空間では同様に受け取ることができないと考えた。実空間とCG空間から受ける快適性の検証がなされた例はあるが、実空間はVTR映像、CGも2次元画面の映像によって検証を行うに留まっている。

そのため本実験ではCG空間と実空間で同様の空間を作り、そこから受けるイメージの相違を明らかにしたい。またCG空間、実空間それぞれに変化(高さや床面積の拡張)を与えた時に空間から受ける印象の変化にはどのような差が生じるのかを検証する。それらによりCG空間の建築分野での有用性を確認したい。

今回の実験では空間から得られるイメージは視覚のみなので、そのための配慮をして実験を行う。本実験によりこれから先、建築物のイメージを掴むときの指標として用いられれば良いと思う。

2. 研究方法

- ① RS(実空間)とVS(CG空間)をほぼ同じ状態の空間として計画する。RSは建築工学科伊藤研究室で実物を設計・作成し、VSは情報工学科大倉研究室にお任せし、空間を再現した。
- ② 被験者にRSは実際に空間内で行動してもらい、VSはスクリーンに投影された映像によって空間を体験してもらう。
- ③ RSでは脳波計を利用して脳波データを採取する。また、アンケートを取り、その結果をSD法を用いて空間の印象を評価する。

- ④ 得たデータから2つの空間から受け取る空間のイメージ(印象)の相違を考察する。

3. 空間の設定・根拠

3-1 内装イメージ

この実験に使用する内装の色は、距離感に色の影響が出ないように、なるべく彩度がなく、明度がほどほどの色が適切だと思われる。

その点に考慮すると、灰色・グレー(Gy.4.5~6.5など)が適していると思われるが、今回の実験ではその空間にしてしまうと、採光をどう取るか、どこに光源をおくかなどのほかの要素が出てきてしまうため、なるべく自然な光を全体的に取り入れることを考えた。

なるべく同一の条件下でRS・VSのデータを取るによって、データに影響がないように考慮した。

実際の内部は日本建築空間を模したもので、壁面に簾をかけ、空間が暗くならないよう天井部に透過性のある障子紙を使用し、出入り部分は透過性の低い暖簾を採用し、次の空間が見えないようにした。

3-2 必要な空間

必要な空間は①:基準空間、②:高さ拡張空間、③:平面拡張空間、④:②・③を両方みたく空間とする。

3-3 平面サイズについて

実験空間の平面については畳の大きさを基準に用いて考え、サイズは950mm×1910mmとする。実験により比較する空間は平面を長方形とし、基準空間は畳1畳分、比較対象の空間は畳4畳分にし、十分に空間の拡張が認められるものとする。

3-4 天井高さについて

基準空間の天井高さは1910mmとする。これは人が空間の広さを認識する際に影響を受ける最小の天井高さである。それに対し、天井を高くした空間は2400mmとする。この値は人が天井の高さの違いを認識する最小の変化量、仰角 $\theta \pm 2^\circ$ という条件を満足する値で十分に天

井の拡張を認識することができるものである。またこの高さは一般的な住宅の天井高さである。計算例と各空間での仰角は次に示すとおりである。

(例) ROOM1とROOM2で仰角差を求める計算式

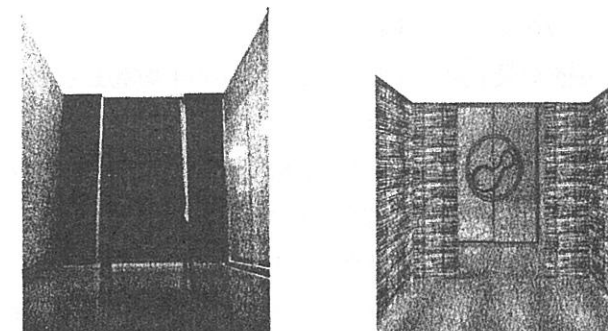
$$\theta = \tan^{-1} \frac{h}{l} = \tan^{-1} \frac{1.2}{0.91} = 52.83^\circ$$

$$\Delta\theta = \tan^{-1} \frac{h+\Delta h}{l} - \theta = \tan^{-1} \frac{1.2+0.3}{0.91} - 52.83 = 5.93^\circ > 2^\circ$$

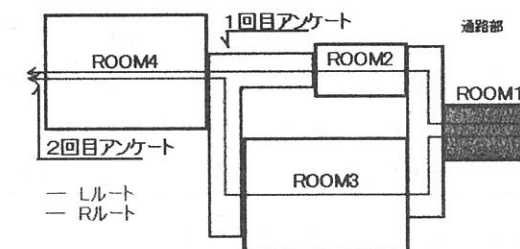
θ : 仰角 $\Delta\theta$: 仰角差 l : 室空間の1/2

h : 基準天井高さ-目線高さ(1.2m)

(参考: 建築設計資料集成)



▲ 図1. 実験空間の写真



▲ 図2. 実験空間の配置図

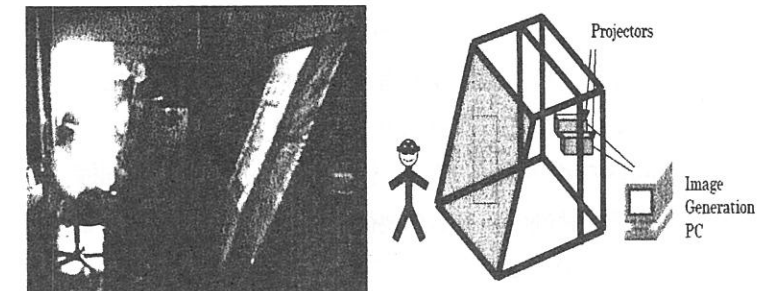
▼ 表1. 実験空間寸法

項目	①空間	②空間	③空間	④空間
平面寸法(奥行方向)	1910	1910	3820	3820
平面寸法(横方向)	950	950	1910	1910
天井高さ	1910	2400	1910	2400

3-5 CG空間について

実験を行うにあたり当初CG空間を体験するための実験装置はヘッドマウントディスプレイ(以下、HMD)を用いる方法が考えられた。しかし、HMDでは視野が暗くて狭い状態となり、また手元のコントローラーで空間を変化させるため慣れないと気分が悪くなるなど、多くの問題があり、その結果実空間との差が大きくなってしまわないかと考えられた。

そこで実際には100インチのスクリーンにオペレーターの操作する映像を2台のプロジェクターから右目用と左目用各々を映し出す。その映像を偏光スリットの入った眼鏡(右:縦スリット、左:横スリット)を掛けることにより、映像を左右の目で異なった像として捉え、立体視できるようにしてCG空間を体験できるようにした。また空間を体験している間は実空間と同様に椅子に座り空間を体験してもらった。



▲ 図3. CG空間実験風景と装置概要

4. 実験アンケート集計・考察

4-1 分析方法

アンケートは10項目、5段階の評価で行い、プラスイメージを5、マイナスイメージを1とし、数値化した。分析は分散検定、母平均の差の検定、主成分分析、因子分析を行う。

▼ 表2. 分析方法解説

分析法	解説
分散分析	アンケートの対応の確認
差の検定	アンケートでの有意差の確認
主成分分析	アンケート回答の重要項目の確認
因子分析	項目間の相関関係の確認

因子分析結果よりアンケートの項目は2つのグループ(心理的因子とボリューム因子)に分けられることがわかった。

▼ 表3. アンケート項目

2回アンケートを取った理由は平面拡張から高さ拡張した場合と、その逆の場合での差を出したかったのと、空間を体験した後、早くアンケートを取るようにしたからである。

アンケート項目	
好ましい	⇔ 好ましくない
親しみがある	⇔ 親しみが無い
落ち着く	⇔ 落ち着かない
背の高い	⇔ 背の低い
まとまりのある	⇔ まとまりのない
大きい	⇔ 小さい
楽しい	⇔ つまらない
広々とした	⇔ 窮屈な
変化のある	⇔ 単調な
気楽さがある	⇔ 緊張する

実空間では155通、CG空間では46通のアンケート回答を得られた。次に心理的因子(「好ましき」「親しみ」「落ち着き」等)とヴォリューム因子(「高さ」「大きさ」「広さ」)にわけて考察してみたいと思う。

4-2 Rルート考察 (ROOM1⇒ROOM2⇒ROOM4)

- ・高さを拡張した際、実空間のほうが高さの拡張を認めやすいということがわかった。(差の検定より)
- ・実空間のアンケート回答では空間を評価する際に心理的因子を評価する傾向がある。(主成分分析より)
- ・CG空間では、それほど高さに関する変化を感じていない傾向がある。(主成分分析より)
- ・2回目のアンケートでは、慣れのためか実空間と同様に心理的評価の項目も重要視されるようになっている。(主成分分析より)

4-3 Lルート (ROOM1⇒ROOM3⇒ROOM4)

- ・平面を拡張した際も実空間では心理的評価が重要視され、CG空間では空間のヴォリュームを評価するような傾向が見られた。(主成分分析より)
- ・平面方向の拡張に関しては広さなどのヴォリューム因子に大きな有意差が無く、CG空間でも実空間と同様な感じ方ができていると思われる。(差の検定)
- ・2回目のアンケートでCG空間では実空間と同じように心理的評価を重要するように評価傾向が変わってきている。(主成分分析より)

4-4 両ルート比較考察

- ・R・Lの両ルートを差の検定のから比較して考察する。
- ・両ルートとも2回目のアンケートの方が有意差が増えている。これは時間の変化と共に空間に慣れが生じ、真実的因子を評価するようになり、そのため実空間との差を強く感じてしまっているのではないかと思う。
- ・高さの拡張と平面の拡張では平面の拡張を行った方が空間の印象の差が大きくなっている。
- ・母平均の差を見る限りではRルートよりもLルートの方が有意差の見られる項目が多い。差の検定において有意差の大きい項目は表4の通りである。

▼ 表4. 有意差のある項目

R/Lルート	1回目	高さ
	2回目	親しみ、広さ
Lルート	1回目	落ち着き、まとまり、変化
	2回目	親しみ、高さ、大きさ、広さ、変化

5. 脳波データの集計・好ましい空間の考察

5-1 データ集計・分類

実験時、実空間では60名の被験者に脳波計を装着し脳波データを採取し、それによりアンケート回答の整合性を検証した。本来はCG空間でも同様のデータを採取すべきだが、今回は脳波計が1台しかなく、同時に2つの空間でデータ採取ができず、実空間を優先して行った。

今回の実験では被験者に安らいでもらう空間を用意したのでα波とθ波の範囲である4~11Hzの平均電圧にて検証を行った。手順は以下の通りである。

- ①: 2つのアンケート回答結果から被験者ごとに空間の好みの順位づけを行う。
- ②: 脳波の最も高くなる6~9Hz間の平均電圧を比較し、脳波での安らぎの度合いの順位づけを行う。
- ③: ①、②の二つのデータを比較し、人の空間に対する好みがあるような点で現れているか考察する。

アンケート回答からは2通りの順位づけがあり、1つは1~3位の全てを順位づけできる場合で、もう1つは最も好ましい空間だけ確認できる場合(2回のアンケートで同じ空間を好ましいと回答するパターン)である。

データ採取時に機材の不調で最後の空間のデータが1部正確でないところもあるのでその点も考慮しておく。

また、先の手順により被験者のデータを5つのグループにわけ、集計を行った結果を以下の表にまとめる。

▼ 表5. 単純集計での好みが一貫しているもの

◎	順位がすべて一致しているもの	3人	安らぎ=好み
○	順位が1位しかわかってなく、それが一致しているもの	18人	
▲	脳波で3番目の空間のデータ以外一致しているもの	18人	
△	上記3つ以外であまり一致がみられないもの	19人	上記以外
×	アンケート結果が欠番となり、データとして使用できないもの	2人	

安らぎが好ましい: 60.3% 左記以外: 39.7%

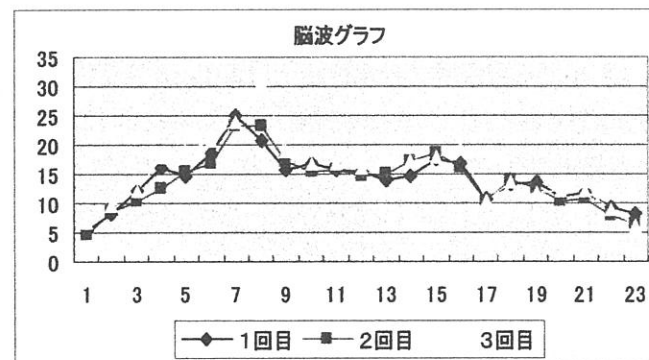
▼ 表6. データが不完全なものを除した集計結果

◎	順位がすべて一致しているもの	3人	安らぎ=好み
○	順位が1位しかわかってなく、それが一致しているもの	18人	
△	上記3つ以外であまり一致がみられないもの	5人	上記以外

安らぎが好ましい: 80.8% 左記以外: 19.2%

5-2 一致例の考察

脳波からわかる安らぎの度合いが空間の好みと完全に一致している例の脳波を表す。グラフでは横軸方向のつながりは無いため本来なら棒グラフなどを用いるべきなのだが、それではデータ数が多すぎて逆にグラフが見難くなってしまうので折線グラフで表示した。



▲ グラフ1. 特徴ある被験者の3つの空間の脳波比較

この被験者(Lルート)の場合、脳波から安らいだ空間の順はROOM3⇒ROOM2⇒ROOM1で、これはアンケート回答の好ましい空間と一致している。アンケートで空間を好ましいとした理由も「広く感じた(1回目)」「一番広がったから(2回目)」というものであり、広い空間で安らぎを感じ、好ましいとしたのではないだろうか。またこのように広いことが安らぎとなり、好ましいとする人は全体的に多く(43%)、開放的な空間が多数の人に好まれているということが明らかになったと思う。

5-3 不一致例の考察

脳波とアンケート回答が一致していない被験者は若干名いたがそれらの被験者は何を根拠に好ましい空間を選んだのかアンケートの回答と分析結果を元に検証した。

① アンケートからの検証

脳波データで安らいだ空間を好ましいとしなかった被験者のアンケートに注目したところ、各空間の好ましい理由として「明るいから」「視界が開けているから」などの広さ以外の視覚的な理由が上げられ、脳波データを使用しなかった被験者の中にも空間が明るい等ということが好ましい空間の理由になっている人もいた。このことより空間の好みには広さという項目以外に明るさという点も重要であることがわかった。

② 分析結果からの検証

今回の分析で使用した主成分分析より被験者の回答傾向を見ると、いずれの被験者もヴォリューム因子より心

理的因子に重きを置いた回答をする傾向があることがわかった。つまり、空間から受け取る広さ以外の印象で空間の好みを判断しているということだと思う。例えば「内装が好ましい」などの理由があるように空間を評価する理由として景観等の問題があると言える。

6. 結論

本実験により、実空間とCG空間の間で印象に明らかに差があるものやほとんど差が無いものなどを明らかにすることができたと思う。また人が好ましいとする空間の条件を視覚的条件の下ではあるが脳波計を利用することで明らかにできたと思う。

- (1) 実空間とCG空間の評価から空間のヴォリュームに関しては横方向よりも高さ方向の方がより差を感じているという結果であった。
- (2) 心理的な印象ではCG空間でも空間を体験しているうちに実空間と同様の印象を感じることができ、空間の大きさや広さの把握に時間がかかり、心理的評価をするまでに時間がかかってしまう。

しかし、今後の建築分野でCGを利用するためにはまだまだ課題を残していると思う。例えば、今回の実験ではCG空間を体験する際に被験者が自由に空間を移動することなどはできず、ただ流れる映像を見ているだけになってしまっていたり、空間の細部のデザインが作業の喧騒の中でお互いの連絡が上手くいかず若干違ったりした。これらの失敗を課題とし今後の実験に役立てていけたらと思う。本当にCG空間を体験するためにはヒューマンインターフェース技術の更なる向上が望まれる。

参考文献

- ・日本建築学会計画系論文集 第562号 181-186 2002年12月
「脳波解析手法を用いた建築外部空間の情緒的意味のノテーション」
著者: 松本直司 瀬田恵之 河野俊樹 高木清江 武者利光
- ・日本建築学会計画系論文集 第577号 65-72 2004年3月
「都市空間の物的要因が感性分析の評価傾向に与える影響-脳波解析手法を用いた建築外部空間の情緒的意味のノテーション その2-」
著者: 瀬田恵之 松本直司 高木清江 三輪律江
- ・すべてがわかる アンケートデータの分析 現代数学社
著者: 菅 民郎 2004年15日 第3刷
- ・実践生物統計学 一分子から生態まで 朝倉書店
編集: 東京大学生物測定学研究室