

CG を用いたシーン提示による安心環境評価の試み

飯塚 重善[†] 後藤 雄亮^{††} 小川 克彦[†]

[†] NTT サイバーソリューション研究所 ^{††} 慶應義塾大学大学院 SFC 研究所

コンピュータの普及やインターネットの発展により、さまざまな情報が場所や時間を問わず扱われるようになってきている。その結果、高い機密性が求められる情報でさえも、いつでもどこでも扱われるようになってきた。しかしこれは、利用者が、個人情報の漏洩や流出といった危険性にもさらされることにもなりうる。このようなサービスは、頑強なセキュリティ技術とともに提供されているため、システム機能上ではセキュアなサービスとして利用することができる。しかし実際には、情報セキュリティ対策を十分に行ったシステムであっても、その利用場所によって利用者の安心感に大きな差が生じることが確認されており、不特定多数の人間が利用できる公共の作業環境（パブリックスペース）において、利用者は、機密性の高い情報を必ずしも安心して扱うことができているとはいえない。そこで筆者らは、パブリックスペースで、利用者が安心して利用できる作業環境を構築するための研究を行っている。今回、筆者らは、CG を利用して仮想の作業環境を被験者に提示し、その環境に対する評価を行ってもらうことで公共の作業環境に対する安心評価を試みた。本稿では、その実験の内容および結果を示す。

キーワード パブリックスペース, PC 利用環境, 安心, 一対比較法

A trial of the evaluation of environment by the scene presentation using CG

Shigeyoshi IZUKA[†] Yusuke GOTO^{††} Katsuhiko OGAWA[†]

[†] NTT Cyber Solutions Laboratories

^{††} Keio Research Institute at SFC

Technologies to ensure the complete security of information transfers are being developed, but risks remain when people enter highly confidential information like personal data into systems in public areas. In order to provide complete security, we need both communication security and physical security. Actually, there is a large number of factors which affects the user's sense of security. But it is difficult to evaluate how one factor affects the user's sense of security. We can build favorite environment by using 3DCG. So, we performed an experiment by browsing virtual public work environment using 3DCG animation. In this paper, we showed our trial for evaluation of user's sense of security in public work environment.

Keyword public space, work environment, evaluation, reassurance

1 はじめに

近年、街頭での無線 LAN（ホットスポット）の整備やブロードバンドネットワークを備えたインターネットカフェ、レンタルオフィスなどの出現により、オフィスを離れた場所でもパソコン等の情報機器を

用いた仕事ができる環境が整ってきている。また、ATM が銀行内のみならずコンビニ店内にも設置され、身近な場所でいつでも現金の出し入れができるようになってきている。つまり、高い機密性が求められる情報も含め、さまざまな情報が場所や時間を

問わず扱われるようになってきている。しかしこれは、利用者が、個人情報の漏洩や流出といった危険にさらされることにもなりうる。このようなサービスは、当然のことながら、ICカードやバイオメトリクス認証などの認証技術、デジタル証明、暗号化等の頑強なセキュリティシステムとともに提供されているので、システム機能上ではセキュアなサービスとして利用することができるといえる。しかし、これらのサービスを利用する環境についてはどうだろうか。自分の隣や背後から覗き込まれてはいないかと心配になったり、人通りの多さが気になってディスプレイを隠しながら操作していたりしないだろうか。実際、情報セキュリティ対策を十分に施したシステムであっても、利用する場所によって利用者の安心感に大きな差が生じることも確認されており¹⁾、不特定多数の人間が利用できる公共の作業環境において、利用者は、個人情報のような機密性の高い情報を必ずしも安心して扱うことができているとはいえないのが現状である。そこで筆者らは、いわゆるユビキタス環境の実現には、様々な場所で情報機器を扱うことができるようなネットワーク構築に向けた研究開発の推進だけでなく、誰もが安心して先に述べたようなサービスを利用できる物理的な空間に関する検討も重要である考え、「安心空間設計技術」の研究を行っている^{2, 3, 4, 5)}。ただし、本研究は個室のような、周囲と完全に遮断した空間を構築することで目的を達成することは考えていない。なぜならば、個室では確かに情報を扱う上で、利用者に安心感を与えることは容易であるが、その一方で、いたずらなどの犯罪が個室内で行われる危険性も生じることになる。よって、利用者に、パブリックスペースにいるという意識を保たせつつ、安心して情報を扱うことができる環境を実現する必要がある。

現在、自宅など事業所から離れた場所から通信回線を通して作業を行う、いわゆる「テレワーク」に対する試みが、各企業等において様々なスタイルでなされてきている^{6, 7, 8, 9)}。インターネットカフェなどの不特定多数の人間が利用できる公共の作業環境（パブリックスペース）は今後も増え、ユビキタスサービスの利用が促進され、特にパブリックスペースでのPCの利用機会が増えていくことになるであろう。そこで筆者らは、まず、対象とする情報機器をPCに特化して検討を進めることとした。筆者らが行ったアンケート²⁾からもわかるように、現状のパブリックスペースは、必ずしも利用者が安心して利用できる環境になっていない。さらに、利用者が安心して利用できる作業環境を提供するとしても、どのような形態の作業環境にすればよいのかがまだわかっていない。

本研究の目的は、パブリックスペースで安心してPC作業を行うための作業環境の設計に関する一つの提案をすることにある。そして、この提案をはじめとして、今後、利用者が安心してPC作業を行うことができる作業環境が構築されていくことで、ユビキタスサービスの新たな利用場所、適用範囲が広がっていくことが期待される。

今回、筆者らは、公共の作業環境の利用者の安心感を評価する試みとして、3DCGアニメーションによって構築された仮想の公共作業環境を提示し、それに対する評価をしてもらった実験を行った。本稿では、その実験の内容および結果を述べる。

2 本試みのねらい

公共の作業環境における安心感に影響を与える要因として、「その作業環境の形態」や「扱う情報の種別」といった作業環境内部に閉じた要因から、「周囲の人の状況」など、空間内の状況に関係する要因までが考えられる。

これらの要因候補が実際に安心感に影響を与えるのか、与えるのであればどの程度か、ということの評価しようとした場合、その要因だけをパラメータとして実験を行うようにしたい。作業環境内部に閉じた要因についてはその設定は比較的实施しやすいものであるが、空間内の状況に関係する要因については、実際の公共空間を利用すると、比較したい項目だけが異なるような空間は存在せず、さまざまな条件があり、比較したい要件以外を統制することが困難である。

たとえ実験室等で環境を作るのにも、作業環境を形成する部材、什器から周囲の人を演出する協力者等、非常に多くのリソースを用意する必要があり、さらにそれらをパラメータにした場合、いくつかのバリエーションをまた用意する必要があり、現実に行うのはこれもまた簡単ではない。

そこで、CGを用いた仮想環境で、想定する公共空間を演出することができれば、比較したい項目のみを変えたり、さまざまな形態の環境を設定することが可能となると考え、筆者らは、今回、3DCGアニメーションを用いた仮想環境によって、比較したい項目だけが異なる公共の作業環境を構築する方法を採用し、実施することとした。

3 実験

パブリックスペースで情報端末（PC）を利用する作業環境を、3DCGによりイメージ映像化し、これを一般ユーザに評価してもらったことで、公共の作業環境の安心評価を実施した。以下、その概要と結果について示す。

3.1 概要

(1) 一対比較法

一対比較法は、各刺激を一対ずつ比較し、順位付けを行う手法である¹⁰⁾。

実験では、設定した基準について比較するポイントが異なる数種の刺激を用意し、それを2つずつ取り上げ、左側に置かれた刺激に対して右側の刺激がどれだけ適しているかを回答させる。そこから得られたデータを集計し、分析した結果、尺度に対する各刺激の順位が算出される。さらに、その順位について差の検定を行うことにより、その刺激間の有意差の有無を明らかにすることができる。

なお、本手法には、Scheffeの一対比較法や、Bradleyの一対比較法、Thurstoneの一対比較法など多くの種類があるが、今回の試みではScheffeの一対比較法を用いた。

(2) 実験パターン

作業環境での安心感に影響を与える要因として「周囲の人の位置」が考えられるため、ここでは、これを刺激とした。その「周囲の人の位置」については、「方向」と「距離」をパラメータとし、それぞれ、以下のパターンを用意した。

- 方向
 - 前方
 - 斜め前方
 - 横
 - 斜め後方
 - 後方
- 距離
 - 1m
 - 2m

これらの組み合わせによる実験パターンは、全て、周囲の人が滞留している（その場に留まっている）場合としているが、「方向」を「前方」、「横」および「後方」のみとして、周囲の人が流動している（歩いている）場合についても、参考として行うこととした。実験パターンの図1および図2に示す。

(3) 想定仮想環境

想定する作業環境として、以下の条件を挙げ、これらを基に仮想環境を構築した。

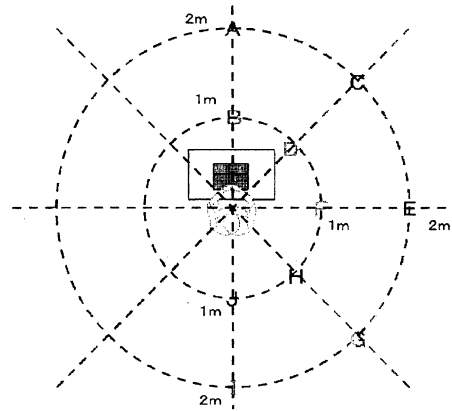


図1: 実験パターン（周囲の人：滞留の場合）

- 作業環境は単体で設置されている
- 屋内である
- 不特定多数の人が空間内に存在する
- 近くにいる人（通る人）は一人
- 近くにいる人（通る人）は（作業環境利用者にとって）横向き

(4) 方法

本実験は、インターネットを通してのアンケート形式で実施した。ただし、一対比較法では、各刺激についてすべての組み合わせの評価を行わなければならない。そのため、刺激数が増えるだけでも被験者にかかる負担は増大する。そこで、本実験では、一人あたりの分量（回答数）が多くなりすぎないように考慮し、一人あたりの対象パターンを6つとした。表1に、周囲の人が滞留3パターンおよび流動1パターンの計4パターンの実験群について、その実施項目を示す。

被験者への実験パターンの組み合わせの提示は、上述した一対比較法の方法に則って、2つずつのパターンを取り上げて行い（図3）、左側に置かれた刺激に対して右側の刺激がどれだけ適しているかを回答させることで行った。これらの2つずつの組み合わせの提示については、片方の刺激を固定したまま行うことによる、刺激に対する慣れを防止するため、順序はランダムとした。

なお、被験者に対しては、以下の想定を共通の教示として与えた。

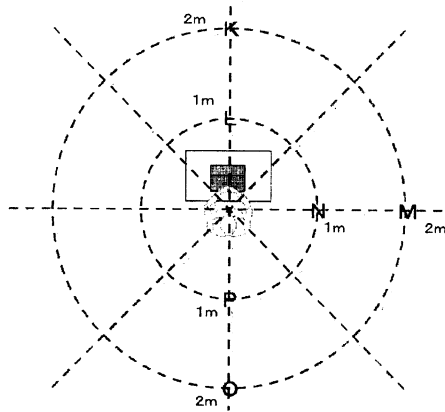


図 2: 実験パターン (周囲の人: 流動の場合)

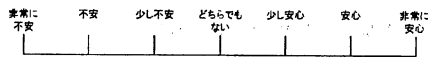


図 4: アンケート回答形式

- 不特定多数の人が出入りする屋内空間にいる
- 自分のパソコンを用いて自分の趣味的な Web ページを座席に座って閲覧している

また、回答の形式は図 4 に示すように、7 段階とした。

(5) 被験者

被験者は、特定の年齢、性別に偏らないように、実験 1 から実験 4 のそれぞれに、20 代、30 代、40 代、50 代の男女 3 名の計 24 名を割り当てて行った。また、各被験者は、実験 1 から実験 4 までのいずれかひとつのみを行う（一人の被験者を複数の実験に採用しない）こととした。

特に、今回の実験は、インターネットを通した、3DCG を用いた教示による実験であるため、3DCG アニメーションの動作速度に大きな差が出て、それが評価の差に繋がることにならないように、被験者は、ブロードバンド環境を利用しているインターネットユーザから抽出した。

3.2 結果

それぞれの実験について、集計し、分散分析を行った。その結果、以下に示すパターン（刺激）間に有意差がみられた（いずれも $p < .01$ ）。

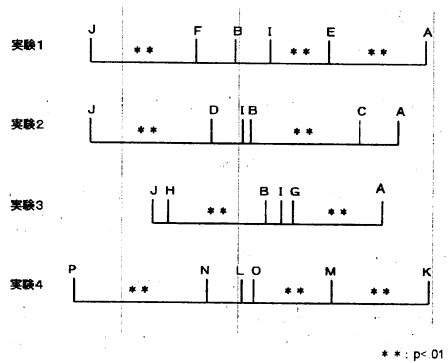


図 6: 各実験のヤードスティック

● 実験 1

- A~E
- E~I・B・F
- I・B・F~J

● 実験 2

- A・C~B・I・D
- B・I・D~J

● 実験 3

- A~G・I・B
- G・I・B~H・J

● 実験 4

- K~M
- M~O・L・N
- O・L・N~P

そこで、尺度値を心理尺度（ヤードスティック）上に表してみた。具体的には、実験に用いた刺激を 1 つの数直線上に配置した。その結果を図 6 に示す。

4 考察

3.2 節で示した結果を用いて、安心の度合いに差がない地点同士を“等安心領域”として、作業環境の周辺に、等安心領域をマッピングした（図 7、図 8）。

まず、周囲の人が滞留している場合と流動している場合とでは、同程度の安心感の分布にはそれほど大きな差が見られない。

また、一般に、対人のパーソナルスペース^{11, 12)}（“これ以上近づきたくない（近づいて欲しくない）”）

表 1: 被験者群毎の実施パターン

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
実験 1	○	○			○	○			○	○						
実験 2	○	○	○	○					○	○						
実験 3	○	○					○	○	○	○						
実験 4											○	○	○	○	○	○

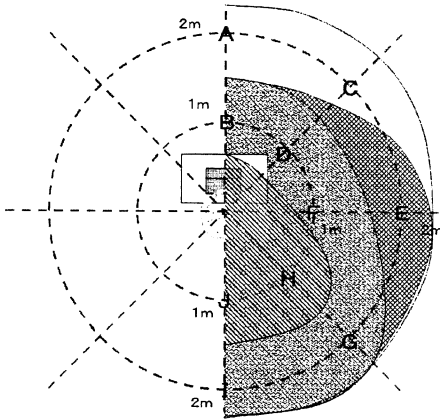


図 7: 等安心領域イメージ (周囲の人: 滞留の場合)

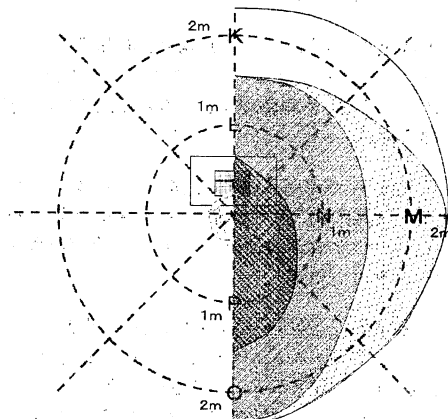


図 8: 等安心領域イメージ (周囲の人: 流動の場合)

については、前方がやや大きくなる傾向がある。一方、本実験から得られた結果によって作成したこれらの図からすると、後方に対する不安が大きいことが確認できる。これは、情報に対する不安が起因していると考えられ、筆者らのこれまでの実験によって確認された、“「背後の保護」が利用者の安心感に影響を与える”ことと同義であり、この点について、改めて検証できたといえる。

5 おわりに

本稿では、公共の作業環境の利用者の安心感を評価する試みとして、3DCGアニメーションによって構築された仮想の公共作業環境を提示し、それに対する評価をしてもらう実験を行った。今回の実験では、情報に対する不安から、対人パーソナルスペースと異なり、後方に対する不安が大きいたことが確認できた。これは、筆者らのこれまでの実験によって確認された、“「背後の保護」が利用者の安心感に影響を与える”ことと同義であり、この点について、改めて検証できたといえ、この点からすると、3DCGアニメーションによる状況提示による評価でも、同

傾向の結果を導き出せることが分かった。

ただし、今回使用した一対比較法だけでは、周囲の人の位置による利用者の安心感の有意差は導き出すことができたが、安心の度合いについては言及することができない。また、公共の作業環境では、利用者は、自身の身の危険についても不安を抱くことがあり、今回の評価方法でそこまで被験者が勘案したかどうかは確認できておらず、さらなる検証の余地がある。すなわち、「臨場感」が欠如した状態で安心を評価できているのかが疑問として残る。ただし、犯罪不安に関する研究¹³⁾では、実験室内での写真提示による犯罪不安評価と、実際の場所での評価の両方を実施し、それらが同じ結果となったという報告もある。よって、今回の実験で試みた3DCGアニメーションによる状況提示による評価方法が実用的であるか否かを判断するためには、別の方法で実験し、その結果と照合することが必要と考えられる。

ただし、この、3DCGアニメーションによる状況提示による評価方法が実用に耐えられる、といえれば、今後の環境評価において非常に有効な手段にな

ると考えられる。今後は、本手法の有効性の確認の他、単体の作業環境だけにとどめず、複数の作業環境が設置されている場合などについても検討を進めていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 飯塚重善, 小川克彦, 中嶋信弥: セキュアなテレワーク支援システムとシステム利用時の安心感についての考察, 情報処理学会研究報告, IS-89, pp.31~38 (2004).
- 2) 飯塚重善, 小川克彦, 中嶋信弥, 後藤雄亮, 渡邊朗子: パブリックスペースにおける公共端末利用の安心度, 情報処理学会第66回全国大会講演論文集, 4-451~4-452 (2004).
- 3) 後藤雄亮, 渡邊朗子, 飯塚重善, 小川克彦: 高安心度の環境設計に関する研究, 日本建築学会, 2004年度大会学術講演梗概集 E-1 建築計画 I, 935~936 (2004).
- 4) 後藤雄亮, 渡邊朗子, 飯塚重善, 小川克彦: パブリックスペースにおける安心して電子活動を行える物理環境モジュールの調査実験, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol.7, No.2, pp.1-7 (2005).
- 5) 飯塚重善, 小川克彦, 後藤雄亮, 渡邊朗子: 前方視野開放環境におけるPC利用時の安心感に関する調査実験, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol.7, No.2, pp.9-16 (2005).
- 6) 社団法人日本テレワーク協会: テレワーク白書2003 (2004).
- 7) 小豆川裕子, W.A. スピックス: 企業テレワーク入門, 日経文庫791, 日本経済新聞社 (1999).
- 8) W.A. スピックス: テレワーク世紀, 日本労働研究機構 (1998).
- 9) 原田 保, 松岡輝美: 実践 SOHO・テレワーク, 日科技連出版社 (1999).
- 10) 福田忠彦研究室: 人間工学ガイド-感性を科学する方法, サイエンティスト社 (2004).
- 11) 渋谷昌三: 人と人との快適距離, NHK ブックス (1990).
- 12) 渋谷昌三: パーソナル・スペースの形態に関する一考察, 山梨医大紀要, 2, 41-49 (1985).

- 13) 小野寺理江, 桐生正幸, 樋村恭一, 三本照美, 渡邊和美: 犯罪不安に関する基礎的研究 (2)-犯罪不安喚起における実験室研究の試み-, 第9回人間・環境学会大会, MERA Journal, 8(1), 45 (2002).

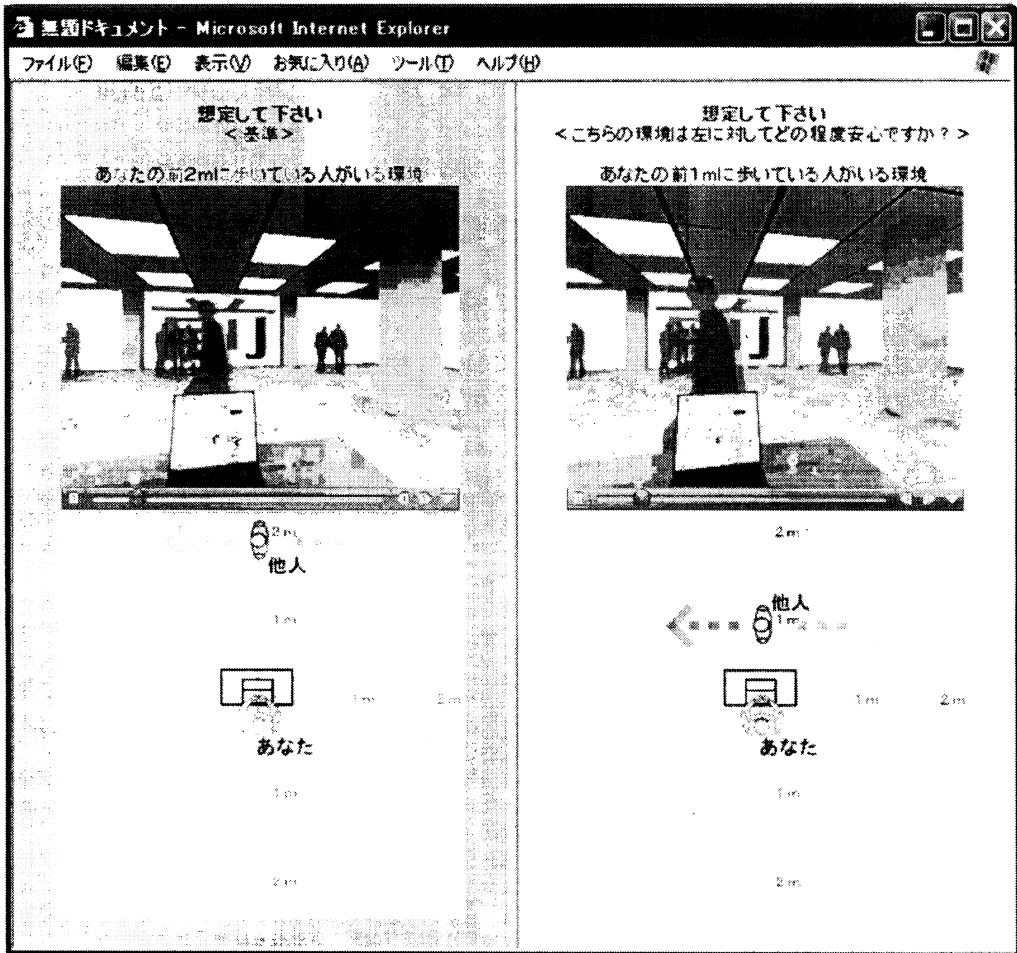


図 3: 3DCG アニメーション表示例

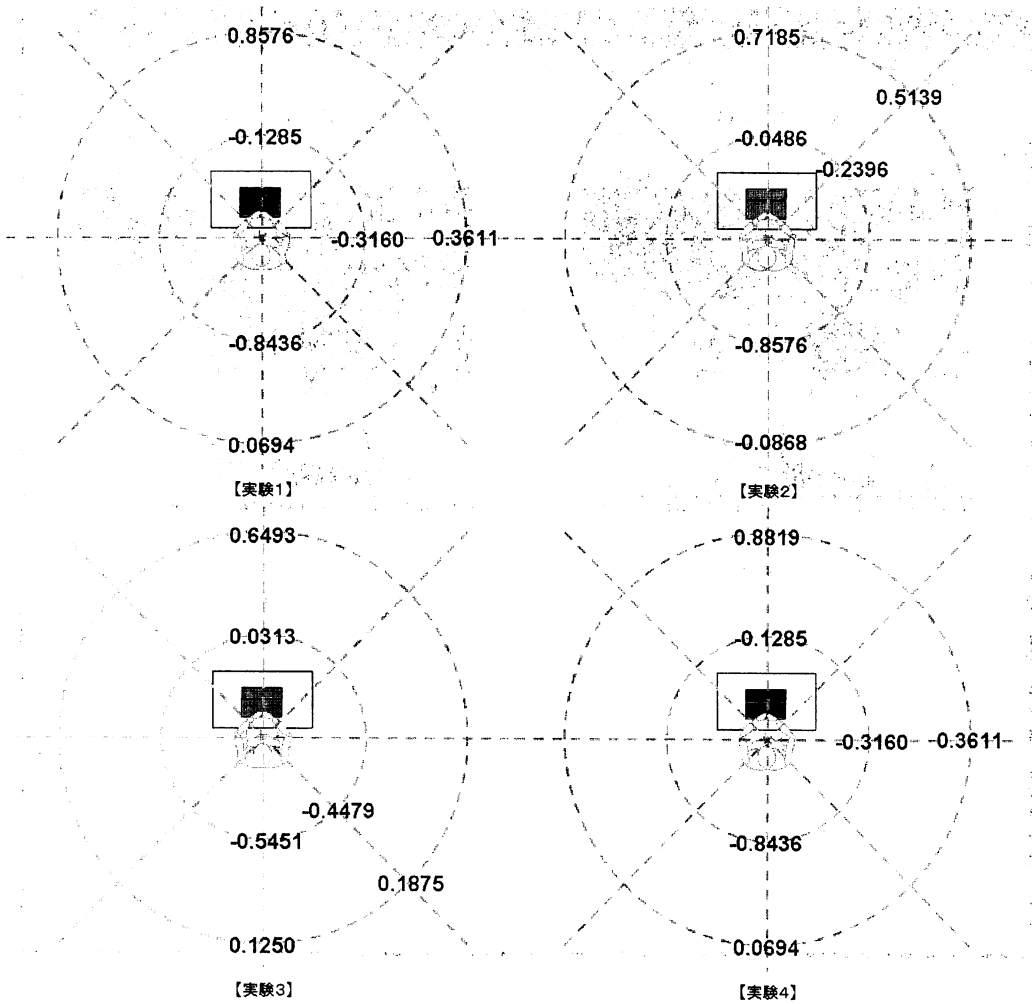


図 5: 評価ポイント毎の尺度値