Vol.2017-GN-100 No.22
Vol.2017-CDS-18 No.22
Vol.2017-DCC-15 No.22
2017/1/20

ものの大きさの印象を伝える画像インタフェース手法の検討

松 佳奈† 井上 一真† 小松 孝徳† 小林 稔†

概要：商品の大きさを伝えるために実寸大写真を用いることがあるが，写真を通じて対象のサイズを伝えることはできても，実物を見たときに感じる大きさの印象を必ずしも再現できないことがある．本研究は，情報としてのサイズが伝わるだけでなく，対象を見たときに感じる大きさの印象を再現することができる画像メディアの実現を目的としている．本報告では，画像に含まれる背景と表示装置を置く場所の背景を同じにする方法を試みた．表示条件を変えながら，実物と同じ大きさに感じる表示倍率を選ぶことと，回答に対する確信度を調査することを通じ，大きさの印象をどの程度確かなものとして感じているかを評価した．

キーワード： 画像インタフェース，実物大画像，大きさの印象

A Study on Photographic Interface to Communicate the Impression of Dimensions

KANA MATSU† KAZUMA INOUE†
TAKANORI KOMATSU† MINORU KOBAYASHI†

Abstract: It is difficult to re-create the impression of the dimensions of things that we see. This work aims at not only to communicate the dimensions of things as information, but also to create a photographic media that can re-create the impression of the dimensions of things. In this report, we tried an approach to equalize the background in the image and the background of display device. While changing the condition of display, we let the subjects select the magnification rate with which they felt it was the same size as real things and investigated confidence of the answer.

Keywords: Photographic Media, Real scale Image, Impression of Dimensions

1. はじめに

食事をしようと店に入ったとき，写真が表示してあるメニューを見て注文するものを選ぶ．その際にメニューに表記してある写真や重量・カロリーなどの数値表示を見て料理の分量を知ろうとするが，写真や数値情報だけで料理のサイズ感を完全に把握することは難しい．雑誌や広告においては，実物大の写真を表示することで読者の大きさの認識を補助することもある．対象の大きさを知るための手がかりとなるが，実物大表示をするだけで必ずしもものの大きさの印象を伝えることができるわけではなく，実物大写真で受けた大きさの印象と，実物の大きさの印象が異なることもある．

タブレット端末などを用いた表示では，インタラクティブな表現を取り入れることができるので，表現の幅が広がる．例えば， Web オークションでの商品説明における画像に関して，商品を周囲から簡易的に撮影された画像群から，あたかもターンテーブルで回転させながら撮影して連続表示させて立体感がつかみやすい画像へと変換する研究[1]があり，これらの応用が期待される．

†明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科
Department of Frontier Media Science, School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University

数値情報や実物大表示の画像によって対象物のサイズを知ることができる場合でも，対象物が実際にはどの程度の大きさであるかについて,高い確信度を持つことはできず,高さ何 cm であるとか,この箱と同じ大きさといった情報として理解することしかできないこともある．

本研究は，このように必ずしも容易ではない画像によって対象物の大きさの印象を伝達することに取り組む．特に画像に含まれる背景情報と対象物を観察する環境の背景を同じにする方法を試み，表示方法の違いによる画像から受ける大きさの印象の違いや，回答に対する確信度を調査した．

2. 大きさの印象を伝える画像インタフェース

画像によって大きさの印象を伝えることを目的に，著者らは，画像から受ける対象物の大きさに関する個人差を吸収する仕組み[2]，立体表示および身体の一部の重畳表示による方法[3]などの実現に取り組んだ．また画像に写る対象物までの距離の感覚と受ける大きさの印象との関係についての議論を行ってきた[4].

写真に写る対象物を見たとき，人の対象物の大きさの理解の仕方には，いろいろな可能性が考えられる．例えば，写真の表面に物体があると考えれば，写真に実物大で表示

ⓒ2017 Information Processing Society of Japan

Vol.2017-GN-100 No.22
Vol.2017-CDS-18 No.22
Vol.2017-DCC-15 No.22
2017/1/20

された画像の大きさが,対象物の大きさであると理解する．写真の表面より奥に物体があると考えれば，写真の表面で実物大に表示された対象物は実際よりも大きく感じてしまう（図 1 左）．つまり，写真の表面では，実物大よりも小さく表示しなければ大きさを正しく表現することができない．また，写真の表面より手前に物体があると考えれば，実物大に表示された対象物は実際よりも小さく感じられる（図 1 右）．このように，表示された対象物が表示面に対してどこにあると考えるかで，大きさの理解が変わってしまう．

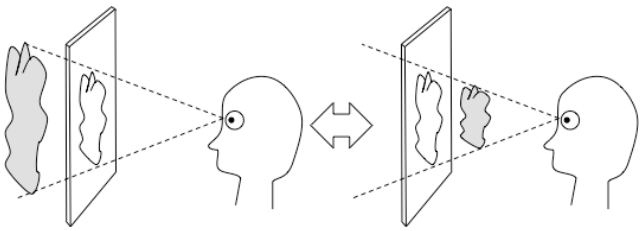


図 1　表示物の画面に対する位置の理解で大きさの理解は変わる．画面より奥にあると考えると大きく感じ(左)，画面より手前にあると考えると小さく感じる(右).

Figure 1 Understanding the dimensions is dependent to the understanding the position of the object relative to the screen. We feel it big when we assume the object is located behind the screen (left), and small when we assume it is located ahead the screen (right).

このように，画像に写る対象物の大きさをどのように感じるかは，観察者が画像に写る対象物との距離をどのように感じるかに依存する[2]. [3]では，距離の感じ方のズレを，画像の表示形態と観察者固有の傾向の組み合わせにより決まる定数として記録し，画像を観察するときに，その定数に合わせて表示サイズを変更することを試みた．この方法は，大きさの伝達にある程度役立ったが，大きさに対する回答のばらつきが大きいものがあり，大きさの印象の曖昧さが大きかった．[4]では，ステレオ表示を用いることで，表示対象までの距離を明確に表現し，大きさの印象をより明確に伝えることを可能とした．加えて，観察者自身の身体の一部を対象物の画像にスケールを合わせて重畳表示することで，自分の身体との比較で大きさを把握しやすくした．しかしこの方法には，装置が大きくなり観察範囲が限られるなどのデメリットも存在した．

ここまでの研究では,対象物の大きさを表す画像の選択や,画像に写る対象物の大きさを選択させる等の方法により，大きさを選ばせることは行ってきたが，その大きさの選択を正しいと感じる強さについては調査してこなかった．確信を持って一つの大きさを選択した回答も，どれが正しいかわからずに選択した回答も同じように扱ってきた．

本研究の目的は，画像を見たときに対象の大きさを確かにその大きさだと感じさせることができるような表示方法を追求することにある．そのため，実物大の画像を選択できることを確認するだけでは不十分であり，その選択に自信を持っているか，回答の確信度の高低を確認することが必要となる．実物大の画像を正確に選択できるようにすることよりも，1 つの画像に対して高い確信度を持って実物と同じ大きさであると言えるようにすることに焦点を当てる必要がある．本研究では，対象物の大きさを表す実物大の画像を選択できるインタフェースではなく，対象物の大きさを表す画像はこれである，と高い確信度を持って答えられるような画像インタフェースの実現を目指す．

今回の報告では，この取り組みに対する初期的な方法として，画像に含まれる背景と表示装置を置く場所の背景を同じにする方法を試みる．具体的には，木目板の上に対象物を置き撮影した画像を，可能な限り撮影時と同じように見えるように木目板の上に配置して観察することで，対象物の大きさを伝達することができるかを試した．これは，木目に含まれる模様の肌理などの情報が，背景や対象物との距離感を伝達する手がかりとなることを期待したものである．この方法の効果を確認するために，そのような手がかりが無い表示方法として，背景を黒にした画像を用い，背景以外の条件を揃えて比較実験を行った．

3. 回答に対する確信度を調査する方法

本研究では，実物大の画像を正しく選択できることよりも，画像の選択についてどれだけ強い確信を持っているかが重要である.選択する画像が計算上の実物大でなくても，観察者が確信を持ってそれが実物大だと評価できる画像があれば，それが実物大を表現するのに適切な画像となるからである．実物大の印象を伝えるための画像インタフェースについては，多様な方法を開発していく予定であるが，開発した方法の効果の評価方法として，その回答に対する確信度を調査する方法が必要である．

そこで本報告では，観察者に複数の画像を提示し，実物大だと感じる画像に対してその確信の強さに応じて投票させる方法をとった．観察者は，1枚の画像が確実に実物大の画像だと感じればすべての票を1枚の画像に投じることで確信の強さを表すことができる．また，どれが正しいのか全く判断できなければすべての画像に同じ票数を投じることで,判断できないことを表すことができる.多くの場合，ある画像が実物大だと感じるが，その前後の画像もある程度正しいかもしれないと考え，少ない票を投じることが考えられる．

実際の実験では，図2に示す器具を用い，対象物を写した複数の画像と，対象物の実物を比較しながら，どの画像が実物大であるか，その確からしさに応じて玉を置く方法で回答させ，投じられた玉の数を記録した．

ⓒ2017 Information Processing Society of Japan

Vol.2017-GN-100 No.22
Vol.2017-CDS-18 No.22
Vol.2017-DCC-15 No.22
2017/1/20

図 2　実験に使用した投票器具
Figure 2 Voting instrument used in the experiment

4. 実験方法

2 章で示した画像に含まれる背景と表示装置を置く場所の背景を同じにする表示方法について，3 章に示した方法で評価する実験を行った．

実験は，対象物を撮影した画像を表示した画像表示装置（Apple 社製 iPad Pro）と，対象物の実物を並べて配置し，それら 2 つの大きさの印象を比較する方法をとった．対象物として，画像表示装置に表示可能な小型のものの中から，奥行きが大きいりんごの模型（以下りんごと表記）と，奥行きが小さい木工用ボンドの容器（以下ボンドと表記）を用いた．また，実験で用いる背景は，集成材の板による木目背景と，写真用背景紙による黒背景を用いた．これらの対象物および背景とカメラを，図 3 に実線で示す位置関係で配置し，実験用画像を撮影した．

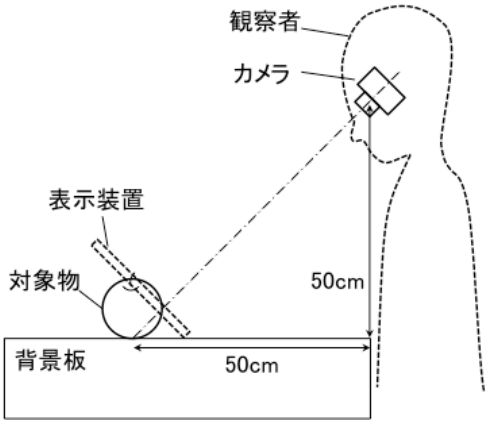


図 3　実験用画像撮影時の対象物とカメラの位置関係(実線)と，画像観察時の表示装置と観察者の位置関係(破線)
Figure 3 Arrangement of the object and the camera (shown with solid line) and the arrangement of the display device and the observer (shown with dash line).

図 4　画像表示装置を 45 度の角度に保持する表示台
Figure 4 Stand to keep the display device at 45-degree

画像観察時の画像表示装置と観察者の関係は，図 3 に破線で示している．観察者の視点から斜め 45 度下向きの線上に表示装置を配置している．表示装置は図 4 に示す表示台に置き，45 度の角度を保つように設置した．実験で用いる画像は，この視点位置と同じ位置にカメラを置きカメラ位置から斜め 45 度下向きの線上に対象物を配置して撮影した．このように撮影した画像を表示装置に表示することで，観察者の視点からの視野を表示装置上に再現している．

対象物が表示面上で実物大で表示される画像の表示倍率を決定するために，はじめに基準パターンを表示台に置いて撮影し，その画像に含まれる基準パターンが表示装置上で基準パターンの原寸となる画像の表示倍率を求めた．これを基準倍率とする．

カメラの配置・撮影条件を保ったまま基準パターンを外し，対象物（りんごとボンド）を置いて撮影を行った．基準倍率でりんごとボンドを撮影した画像を表示する場合を実物大として，100%の画像とする．この 100%の画像を基準として倍率を 5%ごとに変えた 7 枚の画像のセットを作成した．セットに含まれる画像の倍率は（80%，85%，90%，95%，100%，105%，110%），（85%，90%，95%，100%，105%，110%，115%），（90%，95%，100%，105%，110%，115%，120%）の 3 種類とした．これは，100%の画像が何枚目にあるのか被験者にわからないようにするためである．対象物 2 種類×背景 2 種類×倍率 3 種類の 12 セット，計 84 枚を実験用画像として用意した．実験では表示装置は 45 度の角度で，撮影時に対象物を置いた位置に固定した．

本学科の 19 歳～22 歳までの 10 名の学生が実験協力者として本実験に参加した．実験協力者は，表示装置に表示された同じ対象物，同じ背景の条件で表示倍率を変化させた 1 セット 7 枚の画像をスワイプ操作で自由に切り替えながら，表示装置の隣に置いた実物と画像を見比べ，実物大に近い画像に投票する方法で画像を評価した．本実験における投票は，1 セット 7 枚の画像に対して 7 つの玉を用意し，

ⓒ2017 Information Processing Society of Japan

Vol.2017-GN-100 No.22
Vol.2017-CDS-18 No.22
Vol.2017-DCC-15 No.22
2017/1/20

その玉を画像が実物大だと感じる強さに応じて 7 枚の画像に割り振ることで行った．確実にその画像が実物大だと感じれば 1 枚の画像に 7 つの玉を投票してもよい．また，どの画像が実物大に近いかまったくわからなければ，すべての画像に 1 つずつの玉を投票することとなる．本実験において投票された玉の数を投票数とよぶこととする．実験参加者には，

(1) 7 つの画像を見て，実物の大きさに近いと感じた確信度が高いものほど多くの玉を投票する
(2) 必ずしも中央の画像が実物大とは限らない
(3) 画像を切り替えるために表示装置を操作しても良いが，画像を拡大縮小したり，実物を触ったりはしない

の 3 点を指示し実験を行った．各実験参加者は，1 つの条件（同じ対象物，同じ背景）に対して倍率を変更した 3 セットの画像に対する評価を，対象物と背景を変えた 4 条件に対して合計 12 回の実験を行った．実験は，木目背景のりんご，木目背景のボンド，黒背景のりんご，黒背景のボンドの順で行った．実験の様子を図 5 に示す．実験で使用した画像の例として，木目背景のりんごの 80%〜110%の 7 枚の画像群を図 6 に示す．

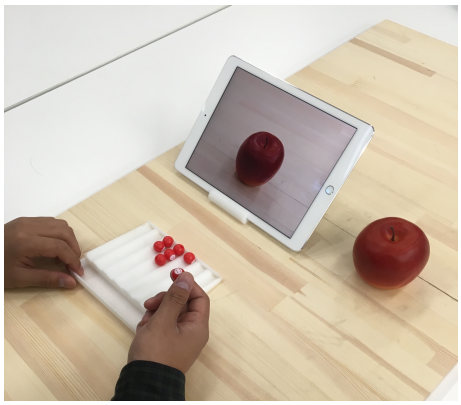
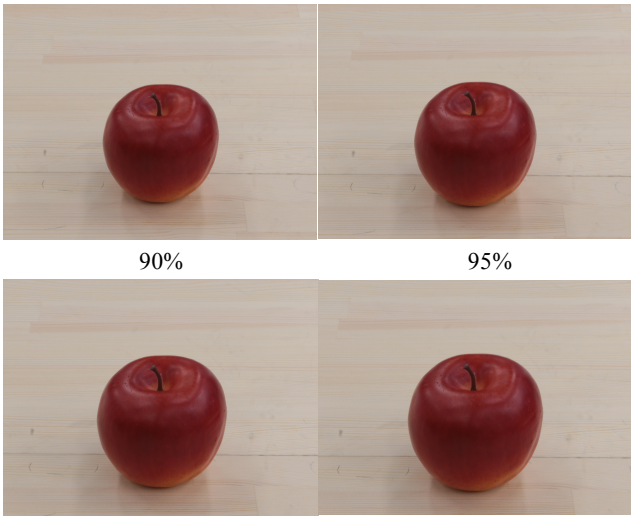


図 5　実験の様子
Figure 5 Situation of experiment

80%　　85%



90%　　95%

100%　　105%

110%

図 6　80%〜110%の木目背景のりんごの画像群(実験で使用した画像群の一例)
Figure 6 Image group from 80% to 110% of apple with wood grain background (example of image group used in the experiment)

5. 実験結果

実験では，実験協力者によりさまざまな回答方法が観察された．実物をじっくり見てから画像を 1 枚ずつめくって大きさを比べる実験協力者，実物と画像を交互に見ながら比較する実験協力者，また実物を見た後に画像を順にめくり近いと感じた画像付近でじっくり考える実験協力者がいた．1 つの画像への投票数が少なく，複数の画像に投票する実験協力者が多かった一方で，1 つの画像に集中して投票する実験協力者もいた．各条件に対する投票の総数を図 7〜10 に示す．図 7 は木目背景でりんごの画像と実物のりんごを比較した実験の投票数の分布，図 8 は木目背景でボンドの画像と実物のボンドを比較した場合，図 9 は黒背景でりんごの画像と実物のりんごを比較した場合，図 10 は黒背景でボンドの画像と実物のボンドを比較した場合の全投票数の分布である．

ⓒ2017 Information Processing Society of Japan

Vol.2017-GN-100 No.22
Vol.2017-CDS-18 No.22
Vol.2017-DCC-15 No.22
2017/1/20

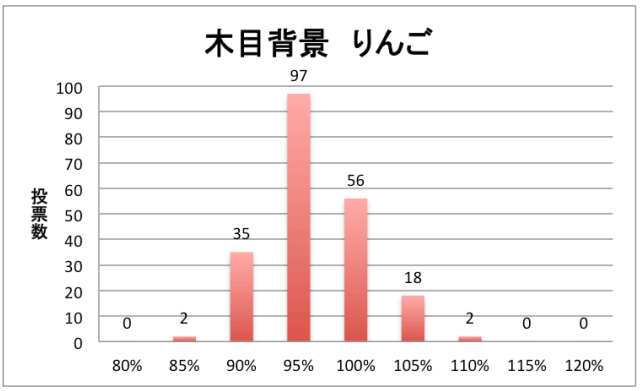


図 7　木目背景でりんごを用いた実験の投票数分布
Figure 7 Voting distribution of “apple on wood grain background” condition

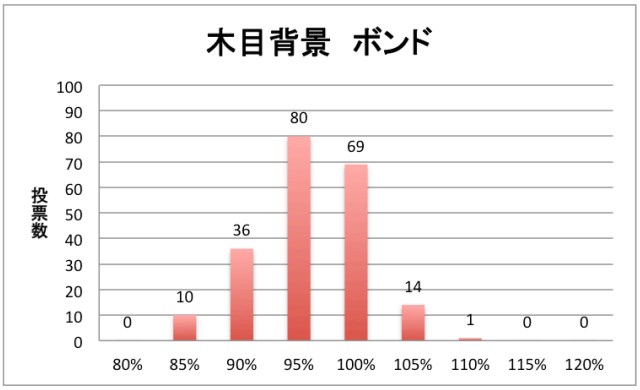


図 8　木目背景でボンドを用いた実験の投票数分布
Figure 8 Voting distribution of “bond on wood grain background” condition

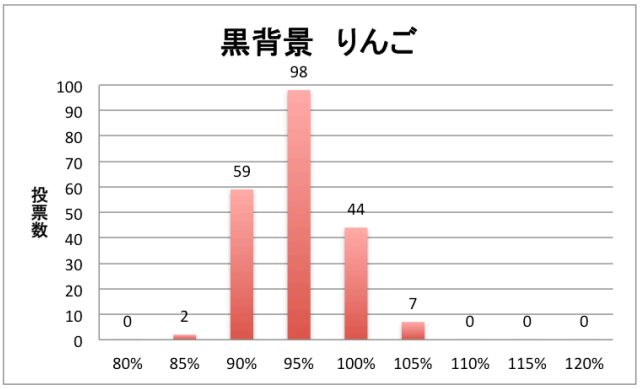


図 9　黒背景でりんごを用いた実験の投票数分布
Figure 9 Voting distribution of “apple on black background” condition

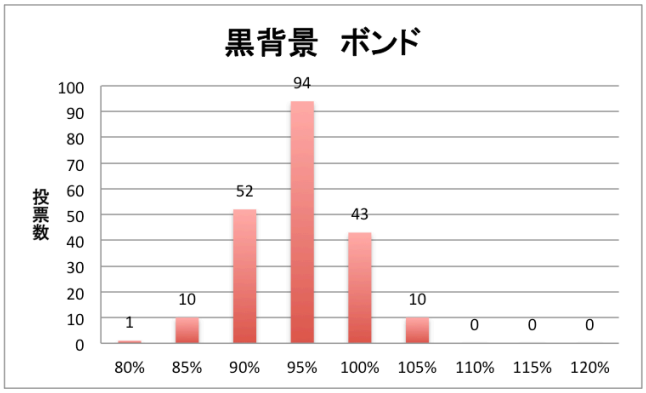


図 10　黒背景でボンドを用いた実験の投票数の分布
Figure 9 Voting distribution of “bond on black background” condition

図 7〜10 のいずれの条件においても，95%の画像に最も多くの投票が集まっている．90%と 100%を比較すると，木目背景においては，りんごとボンドの両方で 95%の次に 100%に多くの票が集まったのに対して，黒背景においては，りんごとボンドの両方でわずかではあるが 95%の次に 90%の投票数が多いという結果となった．

実験直後に，画像に対する印象について被験者から口頭で意見を聴取したところ，「木目背景と黒背景では，大きさが違うように感じた」，「黒背景の画像では輪郭が捉えづらい」，「木目背景の画像は，木目に集中力が偏って対象物の大きさの判断に支障がでたため，黒背景の方が判断しやすかった」，「iPad の画面の反射が気になった」などの回答があった．

6. 考察

6.1 投票の最頻値

木目背景におけるりんごとボンド，黒背景におけるりんごとボンドの全ての条件において 95%の画像に最も多くの投票が集まったという結果の要因には，いくつかの可能性が考えられる．一つは，表示面上に実物大で表示された対象物は，実物より大きく見える傾向があるという可能性である．これが，図 1 に示した対象物が画面より奥にあると考えた結果であるとすれば興味深いが，本実験においては確認できない．もう一つの可能性は，実験で用いた画像の表示倍率の誤差である．実際には 100%の画像を，95%の画像として実験を行えば，このような結果となる可能性がある．回答の値を議論するためには，表示倍率に対する正確な校正が必要となる．

6.2 回答に対する確信の強さ

本実験では回答に対する回答者の確信の強さに関連する値として各回答の尖度を算出した．回答に対する確信が強ければ，1 つの選択肢を中心に投票が多く集中し尖度は大きくなる．逆に，回答に対する確信が弱ければ，より広い

ⓒ2017 Information Processing Society of Japan

Vol.2017-GN-100 No.22
Vol.2017-CDS-18 No.22
Vol.2017-DCC-15 No.22
2017/1/20

範囲に投票を分散することになり，尖度は小さくなる．4 章で述べたように，各表示条件に対して，実験参加者 1 人の条件 4 パターン全てにおいて，倍率を変化させて 3 回ずつ実験を行っているので,その 3 回それぞれで尖度を求め，3 つの値の平均をその条件における尖度として扱っている．ここで用いる尖度は，正規分布に対する尖度を 0 として，0 を中心として，0 より大きい値の場合には平均値に近い値が多いことを示し，0 より小さい値の場合には平均値に近い値が少ないことを示すものである．本実験では，尖度の値を算出しその値を参考に回答に対する確信の強さを推定することを目的としているため，条件ごとまたは被験者ごとの尖度の値を用いて確信の強さの違いを見ることとする．

今回の実験の全回答の中で 2 件，1 つの画像に 7 つの玉が投じられたものがあった．この結果は，被験者が確信を持って投票したことを明確に示すものであるが，これに対する尖度は無限大となり，他条件との比較の方法を定められなかった．そこで，今回の実験では，この 2 件に対しては比較に加えず，個別に検討することとした．

6.3 被験者ごとの傾向

被験者ごとの回答に対する確信度の強さの傾向を見るために，被験者ごとに全ての条件パターンの尖度の平均値を算出した結果を表 1 に示す．最も大きい値を取った被験者は 5.0400, 最も小さい値を取った被験者は-1.0750 であり，被験者間の差があった．回答に対する確信度の強さには，回答者ごとの傾向があることがうかがえる．

表 1 被験者ごとの尖度の平均
Table 1 Average of kurtosis for each subject

被験者	尖度の平均
A	-0.5512
B	0.0213
C	-0.3102
D	-1.0750
E	-0.5348
F	-0.9093
G	0.7406
H	-0.1384
I	5.0400
J	0.6387

6.4 対象物と背景の組み合わせ条件ごとの傾向

次に対象物と背景条件を変えた木目背景りんご，木目背景ボンド，黒背景りんご，黒背景ボンドの 4 種類の組み合わせごとの尖度の値の平均を算出した．その結果を表 2 に示す. この数値を元に, 木目背景におけるりんごとボンド，黒背景におけるりんごとボンド，黒背景と木目背景のりんご，黒背景と木目背景のボンドの 4 種類の比較について，尖度の有意差を調べるために t 検定を行った. t 検定の結果の数値を表 3 に示す．t=1.7291，自由度 df=19 である．

表 2　パターンごとの尖度の平均
Table 2 Average of kurtosis for each condition

条件	尖度の平均
木目背景のりんご	0.4478
木目背景のボンド	0.7727
黒背景のりんご	0.3805
黒背景のボンド	0.3285

表 3　条件ごとの t 検定の計算結果
Table 3 Result of t-test

条件	計算結果	有意差
木目背景（りんご，ボンド）	0.2398	なし
黒背景（りんご，ボンド）	0.1219	なし
りんご（木目背景，黒背景）	0.1119	なし
ボンド（木目背景，黒背景）	0.2589	なし

この結果，全てのパターンにおいて有意差が見られなかった．本実験の範囲では，背景条件を変化させたり，対象物を変更したりすることで，回答に対する確信の強さが変わることは見出せなかった．

被験者ごとの回答傾向は異なるため，被験者ごとに，表示条件によって回答の尖度が変わるかを検討した．その全体の傾向を捉えるために，被験者ごとに木目背景のりんごの尖度の値を基準とし，他の条件での尖度の値との差を算出した．被験者ごとに算出した差の値の全被験者に対する平均値を表 4 に示す．

表 4　木目背景のりんごを基準としたときの尖度の増減の平均
Table 4 Average difference of kurtosis based on apple in wood grain background condition

条件	増減の平均
木目背景のりんご	0
木目背景のボンド	+0.3248
黒背景のりんご	-0.8284
黒背景のボンド	-0.1193

この結果によれば，尖度の値の大きい順に木目背景のボンド，木目背景のりんご，黒背景のボンド，黒背景のりんごとなる．これより，各個人の中では，木目背景においての確信度が上がる傾向にあるのではないかということが考えられる．**6.2** で比較から除外した 1 つの画像に 7 つの玉を投じた回答も，木目背景のりんごの条件であった．しか

ⓒ2017 Information Processing Society of Japan

Vol.2017-GN-100 No.22
Vol.2017-CDS-18 No.22
Vol.2017-DCC-15 No.22
2017/1/20

し本実験の結果では，木目背景の条件の場合と黒背景の条件の場合での尖度の平均の差は，木目背景の条件の場合が明らかに大きいと言えるほどはっきりとした数値がでなかった．そのため，背景条件による確信度の違いについてはさらなる検討が必要と考える．

7. おわりに

情報としてのサイズが伝わるだけでなく，対象を見たときに感じる大きさの印象を再現することができる画像メディアの実現を目的として，画像に含まれる背景と表示装置を置く場所の背景を同じにする方法を試みた．表示条件を変えながら，画像と実物を比較し等倍に感じる表示倍率を選択する実験を行い，回答の分布の尖度を用いて回答に対する確信の大きさを調査した．今回の提案手法は確信度の向上にあまり貢献しなかったが，条件や被験者によって値が変化することが示されたので本研究が目指す画像メディアを評価する方法として利用可能であると期待する．

今回の実験では，画像撮影時の照明条件と観察時の照明条件を厳密に合わせていなかったために，被験者から光の当たり具合の違いで大きさを捉えにくい面があるという意見が寄せられた．今後は画像と実物の照明条件を一致させた理想的な環境で実験を行いたい．また，本報告では実物と画像の背景条件を一致させた実験のみであったが，今後はさまざまな表示条件の組み合わせによる調査を進めていく計画で，そのための実験環境整備も進めていく．その過程で，対象物の大きさの印象を伝達する画像メディアを実現する手法の探索を進める予定である．

謝辞 実験にご協力いただいた皆様に，謹んで感謝の意を表する．また，本研究は JSPS 科研費 JP15K00287 の助成を受けたものである．

参考文献

[1] 西紗記子，東野進一，坂本竜基 ： Web オークション出品時における擬似 3D 画像の生成，情報処理学会 インタラクション 2016，pp. 961–963 (2016)
[2] Kobayashi, M. : The Issues Regarding the Distance between the Surface and the Displayed Objects. Proceedings of the Late-Breaking Papers in CollabTech 2014, Santiago, Chile, pp. 1-6 (2014)
[3] 小林稔，志和新一，北川愛子，島田義弘，一之瀬進 ： ステレオ重畳表示によるリアルスケールビデオシステム，情報処理学会論文誌，Vol. 40, No. 11, pp. 3834–3846 (1999)
[4] 小林稔，志和新一，北川愛子，島田義弘，一之瀬進 ： 大きさの印象を共有するための等倍 表示システム，情報処理学会論文誌，Vol. 40, No. 2, pp. 517–528 (1999)

ⓒ2017 Information Processing Society of Japan