

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 25 日現在

機関番号：15501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23611017

研究課題名(和文)平面図形のシュパヌクに関する基礎研究 視覚効果の定量的評価

研究課題名(英文)Basic study on spanning of plane figure: quantitative evaluation of visual effect

研究代表者

木下 武志(kinoshita, takeshi)

山口大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：90244772

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：視覚メディアのコンテンツには、構成要素として文字や画像がある。その可読性や視認性を向上させるために画面上への配置でスペーシングやアイソレーションの設定等の視覚調整が行われる。その要因は、美術・デザインの分野においてのシュパヌクによる視覚的影響と考えられる。

そこで本研究では、幾何学的図形を用いてシュパヌクの図形内部と外部を対象とした心理実験を行った。その結果、図形内部では見えの大きさへの影響が図形の形態的特徴や配置角度及び明度によって異なることが明らかとなった。また、図形外部の場合は、形間の視覚的圧力への影響が距離や形態的特徴などによって異なることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：A compositional element of visual media contents has letter and image. In the process of product for these contents, when it is layout compositional element, spacing and setting of isolation are conduct as visual regulation. And it has considered that visual effect by Spannung in field of art and design.

In this study, we conducted psychological experiments on Spannung of inside and outside of basic geometric forms. As a result, it was declare that apparent size is different by characteristic of form, layout angle and brightness in inside of figure, and visual pressure between two figures is different by distance, characteristic of form and so on in outside of figure.

研究分野：時限

科研費の分科・細目：デザイン学

キーワード：空間力 視覚心理 幾何学的形態 見かけの大きさ 視覚デザイン 配置 視覚調整

1. 研究開始当初の背景

(1) 「シュパヌク」は従来「空間勢力」と定義され、図形内部や図形の外側、図形と図形との空間に作用する視覚的に影響を与えていると考えられる。視野内で構成要素(文字や画像)の形・色・質感は「シュパヌク」の影響を受け、物理的に配置した位置から移動して見える錯視(距離や間隔が正しい位置に視認できない。)や見る側に緊張感を与えることが知られている。これを視覚的に調整するには、この「シュパヌク」の空間の場への影響・効果(方向や強さ)について明らかにすることが必須条件であると考えられる。しかし従来、画家やデザイナーの経験則で捉えられ、感覚的に処理されてきており、国内や海外においても科学的に明らかにされていない。

(2) 本研究は、「デザイン学」における視覚デザインの最も基本的な要因を対象とした研究の1つとして位置付けられると考える。今日見られる多種多様なデジタルコンテンツを対象としてデザインする場合において、空間内での構成要素の配置へ影響し、間隔や距離感に錯視を引き起こす「シュパヌク」について、これまでにほとんど取り組まれてきていない。平面上に配置される図や文字、「図と図(枠)文字と文字の視覚的調整を行なう場合の重要な感性情報としてのデータを導き出すことを可能とする。この内容は他に類例のない独創的研究であると考えられる。

(3) 見る側(観察者、閲覧者)への心理効果について検討することは、その実験結果のフィードバックにより、シンボル・ロゴマーク、ポスターやWebページなどの多種多様なビジュアル・コンテンツを制作する専門家がコンテンツのクオリティを向上させることに繋がる。また、それぞれの構成要素間に影響を及ぼす「シュパヌク」による心理効果を明確にすることは、デザイン行為のための定量的感性情報のデータとなることが予想される。

2. 研究の目的

(1) 視覚的バランスの基本的な要因である「シュパヌク」の心理実験の結果から定量的評価を行い、構成要素の配置や選択をコントロールするためのデザイン行為の感性基礎データを得ることを目的とする。

(2) 「シュパヌク」に関して、幾何学的図形や有機的抽象形態における、図形の内部や外部の空間への視覚的影響、図形と図形の空間、図形と枠との空間への視覚的影響、図形の色の变化による外部の空間への視覚的影響について、実験結果からのデータをもとに明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 「シュパヌク」を心理実験で調べるための図形と色を選択する。そして複数の図形について平面での角度(方向)と色を変化させた実験刺激の画像データを作成する。測色計で刺激の画像計測し、カラーマネジメントを行なう。制作された刺激を用いて心理実験を行ない、感覚量の計測と分析、モデル化を行う。実験結果の考察と検討を行なう。

平面図形の内部の「シュパヌク」に関して、図形の種類やプロポーション、配置の角度を段階的に変化させた実験刺激を制作し、心理実験を行なう。そして、結果の分析及び検討を行う。

図形と図形の間の空間の「シュパヌク」に関して、実験方法の検討や実験刺激の考案を行なう。図形の外部、図形と図形の間の空間に作用する視覚的影響と、角度(方向)を変化させた刺激を制作する。そして、心理実験と結果の分析を行い、考察及び議論を行う。

図形の色について、色の3属性の全ての変化刺激を制作しての心理実験と結果の分析を行なう。その結果の分析を行い、考察及び議論を行う。

4. 研究成果

(1) 図形の配置角度の差による見えの大きさと、それに影響する図形の形態的特徴について検討を行った。一対比較法とマグニチュード推定法の2つの手法について、実験ごとに、その方法・結果・考察をまとめる。

正三角形、正方形、正五角形、弧成卵形の4種類であった。図形の面積を同じとし、正三角形であれば逆正三角形、正方形であれば菱形が含まれるよう図形ごとに配置角度を変え、正三角形は 10° 、正方形は 15° 、正五角形は 12° 、弧成卵形は 30° ずつ元の図形と重なるまで角度を変えさせた。そのため、正三角形と弧成卵形では12通り、正方形と正五角形では6通りの図形を得た。図形の色は中灰色とし、測色を行った($x:0.29, y:0.29, L_v:19.02$)。刺激の提示には17インチカラー液晶ディスプレイを使用した。解像度は 1280×1024 ピクセルであった。刺激の観察は、視距離を維持するために顎台によって目の高さが液晶ディスプレイの中央になるよう調節し、視距離は約60cmとした。図形の見えの大きさの比較は順位を得ることができる一対比較法(サーストン法)を用いた。同じ図形での全ての組み合わせについて大きさを比較し、大きいと感じた刺激の方を選ばせた。2つの刺激は画面の中央に左右に並べて提示した。一対比較法では、刺激ごとの選択率を求め、標準正規分布の逆関数を求める方法で尺度値を得た(図1(a)~(d))。また、配置角度を要因とする一要因分散分析を行った結果、正三角形、正方形、弧成卵形では要因が有意であった($p < 0.01$)。正三角形では、左方向に傾いた正三角形、逆正三角形、右方

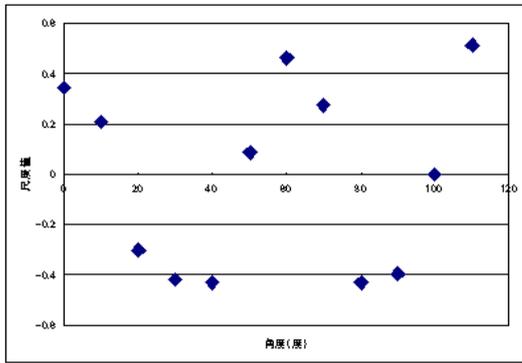


図 1(a)

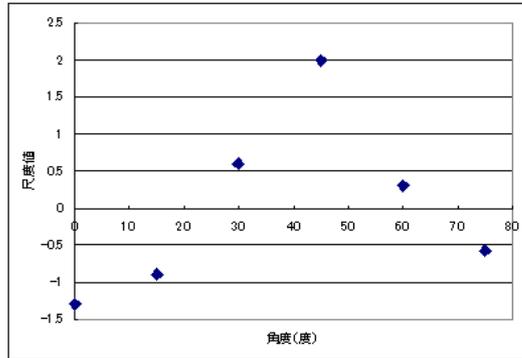


図 1(b)

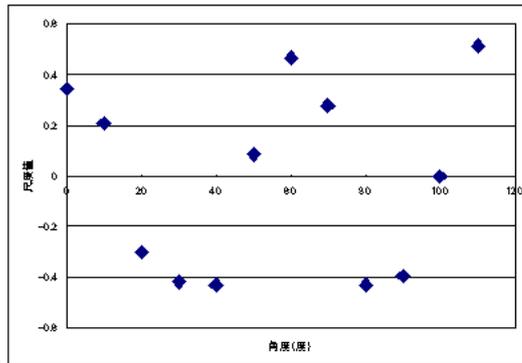


図 1(c)

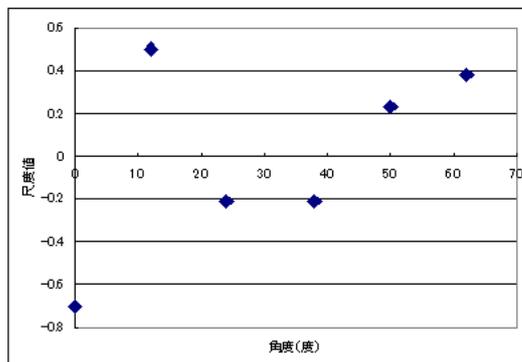


図 1(d)

向に傾いた正三角形の順に小さく見える傾向が示された。正方形では45°傾けた場合(菱形)が最も大きく、次に30°、60°傾けた図形となった。正三角形では70°~110°配置角度を傾けた図形が大きく見える傾向があり、左半分や上半分に三角形の頂点が2つある

刺激が大きく見えている。上半分に頂点が2つある場合、図形の面積が視空間座標上の上半分に偏っているため、視野の上半の過大視が起きたのではないかと考えられる。正方形では45°配置角度を傾けた図形(菱形)が最も大きく見え、この結果はマツハによる報告と一致した。45°配置角度を傾けた図形は、その他の配置角度の図形と比較しても大きく見えることが確認できた。45°配置角度を変えると、正方形の2つの頂点が垂直に並ぶため、垂直水平錯視の影響で垂直方向への過大視が起こると考えられる。正五角形は分散分析の結果、要因(配置角度)が有意でなかった。この理由としては、正五角形の内角の角度の影響が考えられる。有意差のあった正三角形は鋭角、正方形は直角であり、図形の配置角度が変わったときの印象が大きく変わる。しかし正五角形は鈍角であり、印象の変化は小さい。弧成卵形では大きく見えた配置角度から順に330°、180°、0°、30°傾けた図形となり、正三角形や正方形と違って配置角度にばらつきがあった。これらの図形は縦幅が長く、垂直水平錯視の効果により大きく見えたと考えられる。

見えの大きさの比較方法として、大きさの推定値が得られるマグニチュード推定法で行った。各図形の配置角度を変化させていない図形aを基本刺激とし、大きさを100とした。ディスプレイ中央の左側に基本刺激、右側に比較刺激(配置角度を変化させた図形)を並べて提示した。同じ刺激に対して4回評価を行った。マグニチュード推定法では、観察者ごとの値を平均し、見えの大きさの推定値とした(図2(a)~(d))。

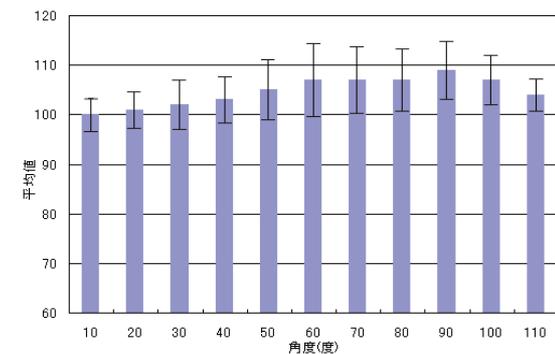


図2(a)

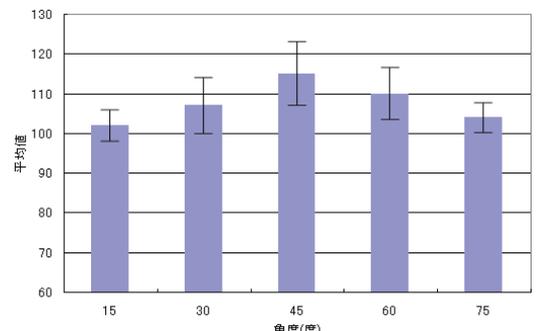


図2(b)

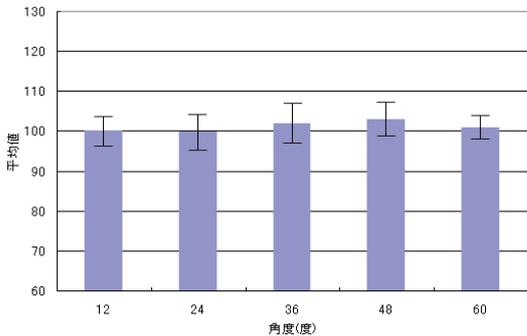


図2(c)

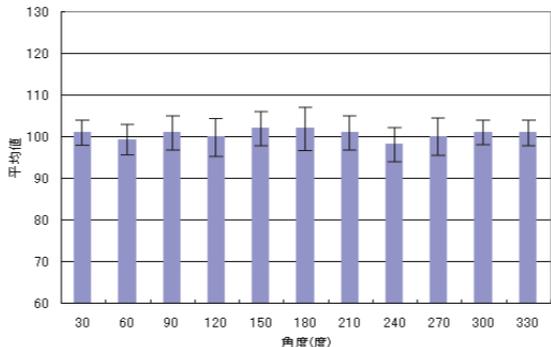


図2(d)

大きさの推定値を用いて分散分析を行った結果、正三角形、正方形では要因（配置角度）が有意であった($p < 0.01$)。正三角形では配置角度の差が大きくなるほど過大視され、90°傾けた図形の平均値が109となり最大であった。そして90°を過ぎると107、104と小さくなる傾向が示された。下位検定の結果、90°配置角度を傾けた図形と10°~50°と110°傾けた図形との間に有意差があることが示された。また、大きく見えた配置角度から60°、80°、70°、100°傾けた図形と10°~40°の図形との間にも有意差がみられた。つまり10°~40°の図形は小さく見える傾向が示された。正方形では一対比較法による結果とほぼ同じであった。60°と30°の順序が異なっているが、下位検定の結果、これらの間に有意差がなかった。他には45°と15°、30°、75°傾けた図形、60°と15°配置角度を傾けた図形との間に有意差がみられた。よって正方形では45°配置角度を傾けた図形(菱形)が最大となり、±15°、±30°の図形の順に小さく見えている。弧成卵形では見えの大きさの変化が小さかった。大きさの推定値は最大でも150°と180°の102であり、60°や120°および210°と240°では基本刺激よりも小さく見える傾向が示された。正五角形では48°傾けた図形が103で最大となり、他に基準刺激より大きく見えたのは36°傾けた図形のみであった。その他の12°、24°、60°傾けた図形は、基本刺激とほぼ同じ大きさとなる傾向が示された。

(2)平面図形の配置角度と色相の変化による見えの大きさの影響を検討した。使用したのは、正方形、正三角形の2種類である。図形

の面積を同じとし、正方形は30°、正三角形は10°ずつ元の図形と重なるまで配置角度を変えた。刺激の色はマンセル表色系から10色相を、sRGBで表示できる範囲から選択し、色相毎に角度を変化させたものを用意した。刺激は正方形で50、正三角形で110の計160刺激である。

実験環境は無照明、準暗室状態とした。刺激の提示には17インチカラー液晶ディスプレイを使用した。解像度は1280×1024ピクセルであった。刺激の観察は、顎台によって目の高さが液晶ディスプレイの中央になるよう調節し、視距離は約60cm、視角は約4.8°とした。画面のほぼ中央に基準刺激と、明らかに大きいまたは小さい比較刺激を色相毎に提示し、基準刺激と同じ大きさに見えるように比較刺激の大きさの調節を行わせた。

角度ごとの見えの大きさを集計し、基準刺激の大きさから比較刺激の大きさの平均値の差を求めた(図3(a)~(c))。図3は縦軸が基準刺激と比較刺激の大きさの平均値の差(単位:px)、横軸が角度を示している。角度と色相を要因とした二要因分散分析を行い、角度において正方形に有意な差($F(4, 5.615) = (p < 0.001)$)が見られた。傾向としては、45°の配置角度では大きく見えているということが分かった。正方形においては色相ごとの傾向は見られなかった。正三角形には有意な差は見られなかった。しかし、5R, 5GY, 5Pにおいて、逆W型の傾向が見られた。

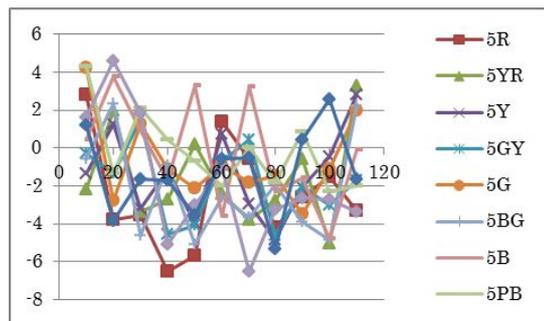


図3(a)

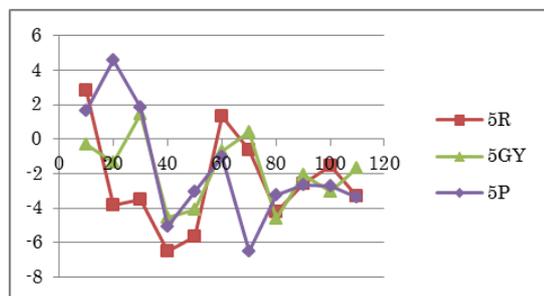


図3(b)

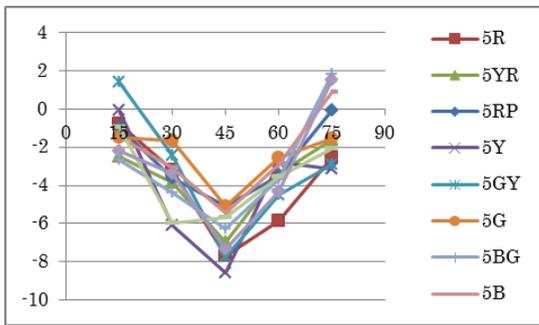


図3(c)

正方形においては、図形の配置角度が垂直方向に近い程、見えの大きさが大きいということが示唆された。これは垂直水平錯視による過大視の影響や各頂点の指向する方向が垂直に近いことが要因であると考えられる。本研究では、角度と色相の変化による見えの大きさへの影響を調べた。色による影響は大きいという仮説を立てていたが、色相による影響は少ない、という結果となった。

(3) 図形と図形間の空間に生じる空間力を検討するため、2つの刺激図形を並置した。一方は基本的な平面幾何学的図形である3つの形態(正三角形、正方形、正円)を選択した。他方の図形に対向する1つの頂点の内角60°を基準とし、その0.5倍である30°、1.5倍である90°、2.0倍である120°までの二等辺三角形を3種類加え、全部で4種類とした。これらの6つの図形を刺激図形Aとし、図4に示すように4種類の三角形はA1~A4、正方形をA5、正円をA6とする。刺激図形Aと並置する図形は正方形と矩形とし、刺激図形Bとした。刺激図形Aの面積は900mm²に統一した。刺激図形Bは、組み合わせる刺激図形A毎に形を選択した。三角形と組み合わせる刺激図形Bは矩形とし、一边は三角形の底辺と平行で長さが等しく、もう一边の長さは30mmとした。円と組み合わせる矩形の一边の長さは円の直径と等しく、もう一边は30mmに設定した。刺激図形Aと刺激図形Bの間の距離は6段階(1、15、30、45、60、75mm)とした。2つの刺激図形の位置関係は、刺激図形Aが上下、左右の場合があるため全部で4通りとし、刺激は全部で132個とした。刺激図形の色は、使用するディスプレイにより誤差が生じるため、測色を行った。使用した色は、マンセル表色系のニュートラルグレーとした(測色値はX=18.2、Y=19.05、Z=21.67)。

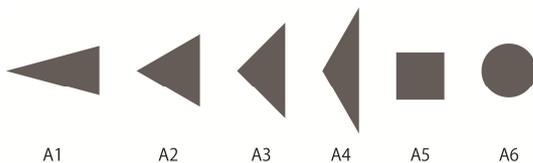


図4

評価値を1~5の数値に置き換え、配置位

置ごとに平均値を求めた(図5)。1は圧力が全くない、5は非常に強いことを示している。全ての形態に関しては、視覚的圧力を感じているかを検定するために、1を基準としたt検定を行った。その結果、全ての距離と配置において差が有意となった($p < .001$)。すなわち、全ての刺激で視覚的圧力を感じる傾向が示された。また、視覚的圧力の評価値に対して、形態(6水準)と刺激図形間の距離(6水準)及び配置位置(4水準)を要因とする、3要因分散分析を行った。その結果、形態と距離の主効果が有意となった($F(5, 95)=14.24, MSe=3.98, p < .001$; $F(5, 96)=101.63, MSe=3.56, p < .001$)。さらに形態と距離の交互作用が有意であった($F(25, 475)=2.48, MSe=0.55, p < .001$)。単純主効果検定を行ったところ、全ての距離(1、15、30、45、60、75mm)における形態の効果が有意であった($F_s(5, 570)=8.28; 5.18; 10.77; 13.32; 10.93; 8.06, p < .001$)。

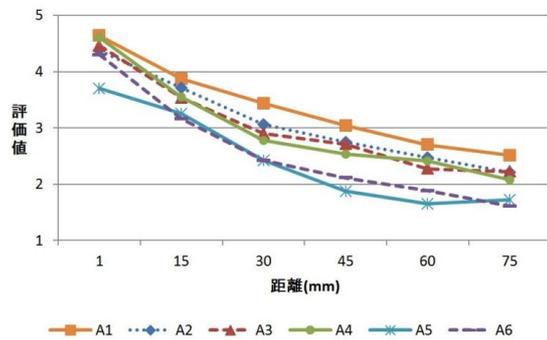


図5

比較的距離の短い1、15、30、45mmの場合では、最も内角の小さい頂点を持つ三角形が他の三角形よりも評価値が有意に高い傾向が示された。また、三角形は正方形と正円よりも評価値が高いことから、頂点では視覚的圧力が強く、さらに三角形の内角が小さいほど影響が強くなると考えられる。一方で、頂点のない正方形の辺や正円の円弧では視覚的圧力が弱いと推測できる。

形態的特徴と距離に関しては、内角の小さい三角形の刺激図形間の距離が短いほど圧力が強い傾向がみられた。内角の小さい三角形の持つ鋭い印象や、図形間の距離が短いことによって感じる圧迫感等の印象が、視覚的圧力の強さに影響していると考えられる。

分散分析では、配置位置の主効果が有意ではなかった。そこで、形態(4水準)と距離(6水準)ごとに評価値の平均の大きさを比較した。その結果、刺激図形Aの配置位置が上のとき、最も評価値が強い場合が12通りとなり、最も多かった。次いで、刺激図形Aの配置位置が下の場合となり、6通りであった。刺激図形Aが上下の配置位置にある場合には、左や右よりも評価値が高い傾向が示された。

(4) 美術・デザインの分野で検討されてきた「シュパヌク」に関する視覚効果についての基礎研究として検討を行った。今後の課題としては、ビジュアル・コンテンツをデザインする際のスペーシングやアイソレーションの設定に応用可能な感性基礎データを得られるよう当該研究を発展させていきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5 件)

福田弓恵、木下武志、長 篤志、松田 憲、並置した 2 つの平面図形の間を生じる視覚的圧力、芸術工学会誌、査読有、No.64、2014、43-48

Takeshi Kinoshita, Yumie Fukuda, THE EFFECT OF VARIATION OF THE LAYOUT ANGLE OF PLANE FIGURES ON THEIR APPARENT SIZES FOR RECTANGLES WITH DIFFERENT PROPORTIONS, Journal of Affective Engineering, 査読有, Vol.13, No.1, 2014, 51-55

https://www.jstage.jst.go.jp/article/ijae/13/1/13_51/_article

木下武志、徳満麻衣子、福田弓恵、配置角度差と色相差が幾何学的平面図形の見えの大きさへ与える影響、山口大学工学部研究報告、査読無、第 64 巻、第 2 号、2014、47-52

木下武志、福田弓恵、三宅 宏明、長 篤志、松田 憲、平面図形の配置角度の差による見えの大きさへの影響 - プロポーションを変えた幾何学的図形について -、日本感性工学会論文誌、査読有、Vol.12, No.1, 2012、213 - 218

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjske/12/1/12_213/_article/-char/ja/
福田弓恵、木下武志、平面図形の配置角度の差による見えの大きさへの影響 基本的な幾何学的図形及び弧成卵形について、芸術工学会誌、査読有、No.59、2012、62-67

〔学会発表〕(計 9 件)

福田弓恵、木下武志、川野里佳、図形外部に生じる空間力の場合 正三角形と正方形を対象として、芸術工学会 2013 年度秋季大会、芸術工学会誌、No.63、50-51、2013 年 12 月 7 日、国際デザインセンター（名古屋市）

Takeshi Kinoshita, Yumie Fukuda, Mzuki Hasegawa, Yuka Yamashita, The effect of variation of the layout angle of plane figures on their apparent sizes and changing lightness, Proceedings of 5th IASDR 2013 TOKYO, 1028-1035, 2013 年 8 月 28 日、芝浦工業大学（東京都江東区）

木下武志、福田弓恵、川野里佳、配置角度の異なる平面図形の見えの大きさ 幾何学的図形を対象とした一対比較法による検討、日本感性工学会、第 38 回あいま

いと感性研究部会ワークショップ、2013 年 7 月 13 日、九州大学（福岡市）

福田弓恵、木下武志、三宅宏明、長 篤志、松田 憲、平面図形の配置角度の差による見えの大きさへの影響 アスペクト比を変えた矩形について、日本デザイン学会誌、第 59 回研究発表大会概要集、306-307、2013 年 6 月 22 日、筑波大学（つくば市）
Takeshi Kinoshita, Yumie Fukuda, The effect of variation of the layout angle of plane figures on their apparent sizes and changing proportions of a rectangle, Proceedings of 1st International Symposium on Affective Engineering 2013, 167-170, 2013 年 3 月 7 日、北九州国際会議場（北九州市）

福田弓恵、木下武志、幾何学図形のシュパヌク 2 つの図形間へ与える影響、平成 24 年度日本デザイン学会秋季企画大会、学生プロポジション、2012 年 9 月 6 日、実践女子大学（東京都日野市）

徳満麻衣子、木下武志、福田弓恵、平面図形の配置角度の差による見えの大きさへの影響 - 色相の変化による検討、第 14 回日本感性工学会、2012 年 8 月 31 日、東京電機大学（東京都足立区）

木下武志、福田弓恵、三宅 宏明、長 篤志、松田 憲、平面図形の配置角度の差による見えの大きさへの影響 - プロポーションを変えた幾何学的図形について -、第 14 回日本感性工学会、2012 年 8 月 31 日、東京電機大学（東京都足立区）

福田弓恵、木下武志、平面図形の配置角度の差による見えの大きさへの影響 基本的な幾何学図形及び弧成卵形について、芸術工学会誌、No.57、70-71、芸術工学会 2011 年度秋季大会、2011 年 11 月 5 日、金沢工業大学（金沢市）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

木下 武志 (KINOSHITA, Takeshi)

山口大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号：90244772

(2) 研究分担者

長 篤志 (OSA, Atsushi)

山口大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号：90294652

(3) 研究分担者

松田 憲 (MATSUDA, Ken)

山口大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号：10422916