

# 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

木下武志(大学院理工学研究科) 徳満麻衣子(大学院理工学研究科)  
福田弓恵(大学院理工学研究科)

## The Effect of Apparent size on Geometric Plane Forms by Difference of Layout angle and hue

Takeshi KINOSHITA (Graduate school of Science and Engineering)  
Maiko TOKUMITSU (Graduate school of Science and Engineering)  
Yumie FUKUDA(Graduate school of Science and Engineering)

Nowadays, we have seen many composition elements such as a letter and a picture to appear in visual communication media (TV, World Wide Web, newspaper etc.). As it has been reported, a plane figure has a different psychological influence in dependence on its layout angle in the field of vision. And, in the composition elements of these media, it is thought that symbol and logo mark give the impression that they are near to a plane geometric figure to viewer. It has been reported that visual balance is influenced by form, color and texture of components, and layout angle in a field of vision. In this paper, we study how changing the layout angle and hue influences the apparent sizes of plane geometrical figures (triangle, square). In experiment, we used the method of adjustment on LCD. Results revealed that the layout angle of square was significant and the difference of hue was not significant.

**Key Words:** *geometric form, layout angle, apparent size, method of adjustment*

### 1. 研究の目的と背景

現在、我々が日常生活で目にする様々な視覚メディア(TV、新聞、Webサイト等)のコンテンツの構成要素は、文字・画像(写真やイラスト)等である。それらの中でも、シンボルマークは記号化され単純化した形態と色によって、見る側に平面図形に近い印象を与えると考えられる。この平面図形が紙面上やディスプレイ上にレイアウトされる場合に、その配置条件により視野内で多大な心理的影響を受け、長さや位置等の図形の主観的關係が物理的關係と著しく違いがって見える<sup>1)</sup>と報告されている。このような図形の見えに関連した検討として、配置条件や形態の差が見えの大きさに与える影響について報告されている。

マッハ<sup>2)</sup>は正方形の一边を底辺として提示した場合と45°傾けて角を頂点として提示した場合では、図形自体に変化がなく網膜像の形に変化がなくてもそ

の見え方が異なると指摘している。同じ面積の正方形よりも45°傾けた正方形の方が見えの大きさが大きいと報告している。

金ら<sup>3)</sup>は、同じ面積のいくつかの幾何学的形態を対象として、見えの大きさについて比較を行った。その結果、大きく見えた順から、正三角形、逆正三角形、菱形、正六角形、正円、正方形、横方向の矩形、縦方向の矩形、正五角形となった(Figure 1)。

福田ら<sup>4)</sup>は、正三角形、正方形、正五角形、弧成卵形を対象として配置角度の差が見えの大きさに与える影響について調べた。その結果、正三角形と正方形が他の図形と比べて、配置角度の影響による見えの大きさの変化が大きいことが明らかとなった。見えの大きさが大きい配置角度は、正三角形は一辺が垂直あるいは頂点と中心を通る線が垂直に近い配置角度であり、正方形は2本の対角線が垂直・水平に近い配置角度であった。

木下ら<sup>9)</sup>は、基本的な幾何学的形態を対象とした形態の差と、配置角度の異なる同一形態の見えの大きさについて検討を行った。その結果、正三角形、逆正三角形、菱形、逆正五角形、正六角形、正五角形、正六角形、正円の順で見えの大きさが小さくなることが示された。

前述した先行研究での刺激の色は、黒や中灰色といった無彩色である。しかし、シンボルマーク等の視覚メディアの構成要素は有彩色で使用される場合が多いため、配置角度だけではなく、色の変化による見えの大きさへの影響も調べる必要がある。そこで本研究では、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を検討した。

## 2. 実験

### 2.1. 刺激

使用した図形は、面積を一定とした正三角形、正方形の2種類である。配置角度0°の図形を基準刺激とし、正三角形は10°、正方形は15°毎配置角度を変えたものを比較刺激とする(Figure 2 (a)、(b))。刺激の色はマンセル表色系から10色相(5R、5YR、5Y、5GY、5G、5BG、5B、5PB、5P、5RP)をsRGBで表示で

きる範囲から選択し<sup>10)</sup>、色相ごとに配置角度を変えた図形を使用した。刺激は正方形が50個、正三角形が110個の計160個である。

### 2.2. 手続き

実験方法には、調整法を用いた。初めに実験参加者に同図形、同色相の基準刺激と比較刺激を横に並べて提示した(Figure 3)。このとき、比較刺激の大きさを基準刺激とは異なる大きさに提示した。次に画面に提示した基準刺激と同じ大きさに見えるまで、比較刺激の大きさを調整させた。比較刺激は、キーボードの「→」を押すと縦横1pxずつ大きくなり、「←」を押すと縦横1pxずつ小さくなる。刺激の提示は、上昇系列と下降系列、左右の入れ替え、角度の順番はランダムとし、提示はプログラムにより制御した。また、調節は何度でも行うことができ、終わったらマウスをクリックすると、3秒のインターバルにおいて次の刺激を提示した。この際、実験参加者にはディスプレイに対して前額平行面を保ち、頭を左右に傾けないように教示した。



Figure 1. 形態の差による見えの大きさの順(大→小)

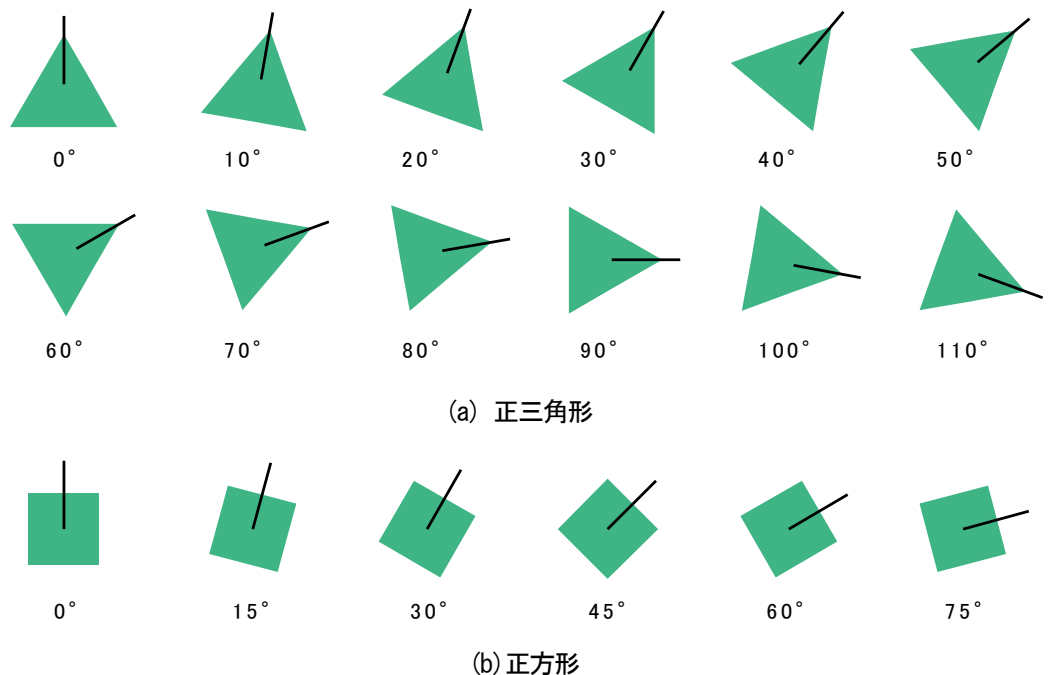


Figure 2. 配置角度毎の刺激

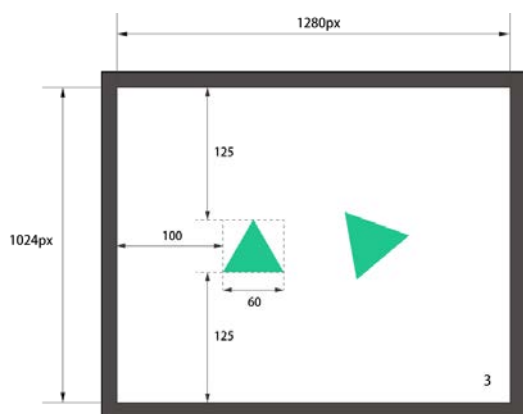


Figure 3. 実験画面

### 2.3. 実験環境

天井蛍光灯の点灯した室内で、刺激の呈示には液晶ディスプレイを使用した(ナナオ・Flex scan・L557-BK)。あご台を使用し、視距離は約60センチに固定した(視角は約4.8°)。ディスプレイが水平・垂直となるよう水準器(エビス スケルトンハンディレベル e-10HL)を用いて調節した(Figure 4)。

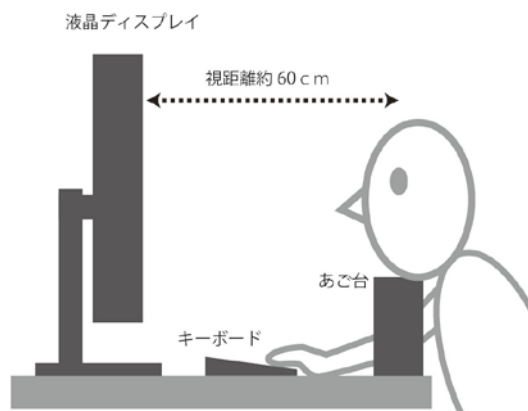


Figure 4. 実験環境

### 2.4. 実験参加者

色覚の正常な18~24歳(平均年齢22.3歳)の学生、合計25名(男性8名、女性17名)が参加した。

### 2.5. 結果

基準刺激と比較刺激は、同じ大きさの正方形の画像に配置されており、画像の大きさに比例して刺激の大きさは変化している。そこで、調整後の比較刺激の一辺の長さを求め(Figure 5)、基準刺激の一辺の長さとの差について平均値を算出した(Figure 6 (a), (b))。Figure 6は縦軸が基準刺激と比較刺激の大きさの平均値の差、横軸が配置角度を示しており、縦軸の値が大きいほど過大視されたことを示している。色相と配置角度を要因とした二要因分散分析を行っ

た結果、正三角形では、要因の主効果は有意でなかった。正方形では、配置角度の主効果が有意( $F(4, 96) = 5.615$  ( $p < .001$ ))となり、多くの色相で45°の配置角度では大きく見える傾向が示された。しかし、例外として、5PBは45°よりも30°が過大視されているという結果となった。

図形の大きさについて判断する場合、図形の頂点に内接する矩形の大きさが影響しているのではないかと推測した。そこで、配置角度要因の主効果が有意であった正方形に対して、刺激を囲む矩形を想定し、縦横の長さや面積を求めた(Table 1)。その結果、大きく見えていた45°では、矩形の面積が最も大きくなり、次に30°と60°、15°と70°、0°の順で小さくなっていった。また、各図形の色相ごとに、見えの大きさの差の平均値を求めた(Figure 7 (a), (b))。見えの大きさの変化の差が大きい方から、正三角形は5R、5BG、5GY、5P、5YR、5Y、5RP、5G、5B、5PBであり、正方形は5Y、5R、5YR、5PB、5GY、5P、5BG、5RP、5G、5Bであった。

### 3. 考察

実験の結果より、正三角形は色相と配置角度に有意な差がみられなかった。この結果は、中灰色の刺激で配置角度の影響について検討した、福田らの先行研究<sup>4)</sup>とは一致しなかった。配置角度が見えの大きさに与える影響に対し、色の要因を付加することによる他の印象が、見えの大きさに差が生じることを妨げたと推察できる。

正方形においては、福田らの先行研究<sup>4)</sup>と同様の結果が得られた。この報告では、見えの大きさに影響する要因として、シュパヌクを挙げている。これは、空間的な力の場(Field of spatial forces)<sup>7)</sup>や空間勢力<sup>8)</sup>及び空間力<sup>9)</sup>という視覚的現象を指すと考えられている。これらの図形内部に生じる視覚的影響力は、図形の中心から頂点の内角二等分線の方に生じていると推測され、図形の見えの大きさに影響を与えていると述べている。さらに、この空間力の強さには異方性があり、頂点の内角二等分線の方向が水平や垂直に近い程、増幅すると考えられる。これら二つの要因と関連付けると、45°配置角度を変えた正方形は、4つの内角の二等分線全てが水平と垂直に揃うことから、最も大きく見えたと推察される(Figure 8)。

また、見えの大きさ順と刺激を囲む矩形の面積の順を比較すると、一致することが明らかとなった。よって、実験参加者は見えの大きさの比較を行う場合に、図形の全ての頂点の内接する矩形を想定していると考えられる。

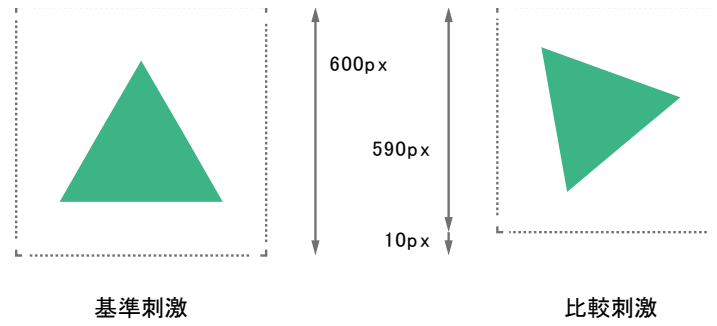
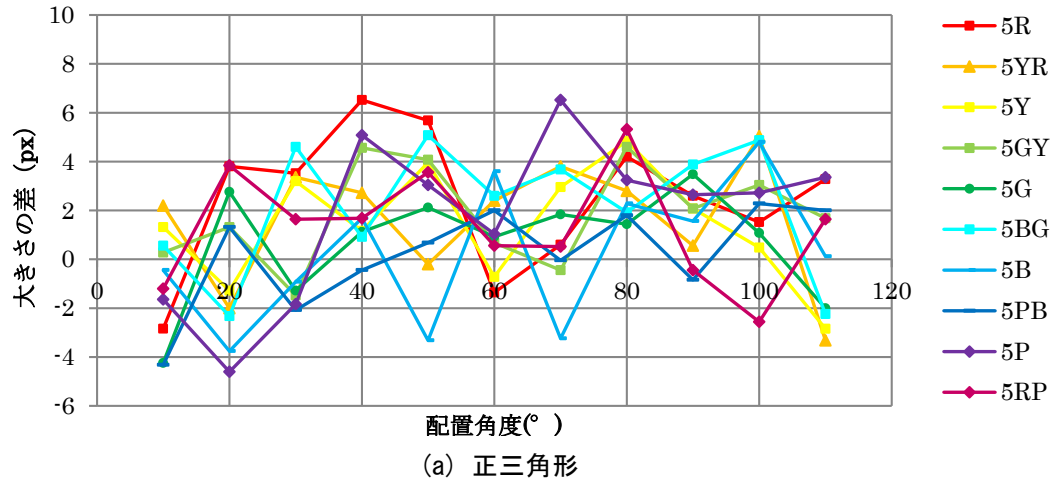
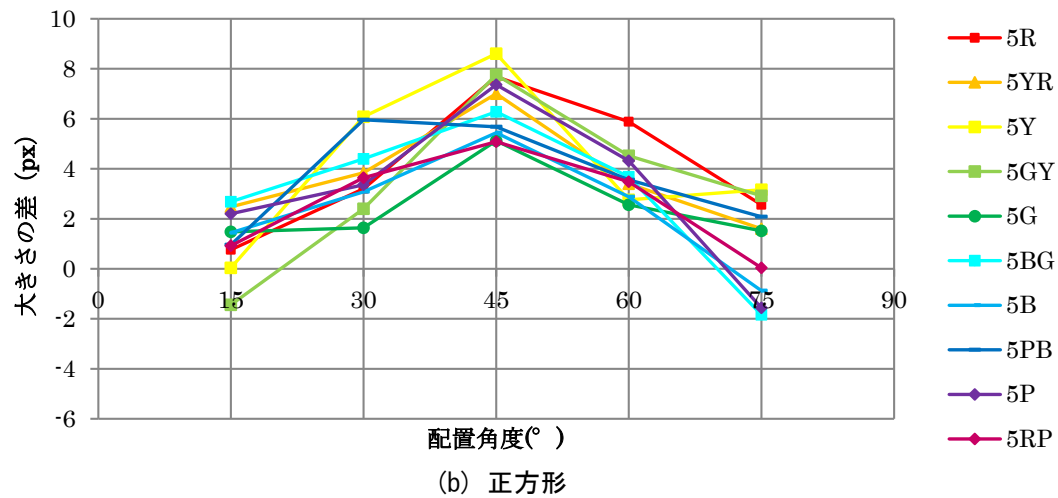


Figure 5. 刺激の大きさの計測方法



(a) 正三角形



(b) 正方形

Figure 6. 基準刺激と比較刺激の大きさの平均値の差

Table 1. 想定される矩形の長さと面積

配置角度 (°)	0	15	75	30	60	45
周囲の長さ (mm)	134.0	165.68		184.8		191.2
矩形の面積 (mm <sup>2</sup> )	1122.25	1713.96		2134.44		2284.84

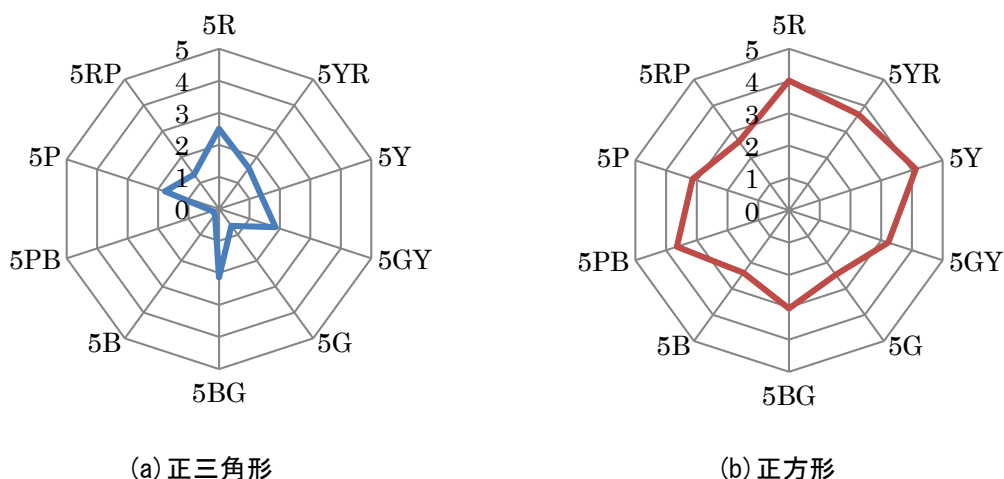


Figure 7. 色相ごとの見えの大きさの平均値の差 (px)

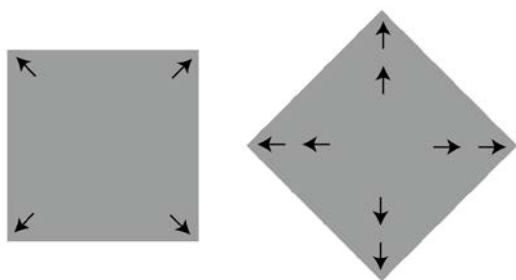


Figure 8. 図形外部の「空間力」の概念

色相ごとに比較刺激の平均値を比較すると、正方形の上位は 5Y、5R、5YR、となり、暖色が多い結果となった。この理由として、配置角度による影響に加え、明度の高い色や暖色系の色の感情効果による膨張や進出が見えの大きさへ影響を与えたのではないかと考えられる。

#### 4. まとめ

本研究では、シンボルマーク等の平面図形をレイアウトする場合の、空間調整に応用するための感性基礎データを得ることを目的として、正三角形と正方形の配置角度差と色相差が見えの大きさへ与える影響について検討した。得られた研究成果について、以下にまとめる。

- (1) 正方形は色相に関わらず、配置角度による影響を受けており、45°の配置角度に近いほど大きく見える傾向がある。
- (2) 色相ごとに比較すると、正方形では暖色の方が基準刺激との差が生じやすい可能性がある。
- (3) 正三角形は、配置角度や色相による影響はほとんどない。

今回の刺激では色相ごとに基準刺激の色相が異なったことにより、色相間での見えの大きさを比較することができなかった。今後は、基準刺激の色相を統一して見えの大きさの検討を行ってきたい。

本研究は、科学研究費補助金(基盤(C)、課題番号: 23611017)「平面図形のシュパヌンクに関する基礎研究—視覚効果の定量的評価」の一部として行ったものである。

#### 参考文献

- 1) 今井省吾：錯視図形 見え方の心理学、サイエンス社、4、1984
- 2) エルンスト・マッハ：感覚の分析、須藤吾之助、広松涉訳、法政大学出版局、90-91、1971
- 3) 金頭静、野口薫、日比野治雄：幾何学図形の面積知覚に及ぼす形と視角の効果、感性工学研究論文 Vol.1 No.1、1-6、2001
- 4) 福田弓恵、木下武志：平面図形の角度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、芸術工学会誌第59号、62-67、2012
- 5) 木下武志、福田弓恵、川野里佳：平面図形の形態差と配置角度の違いによる見えの大きさ—対比較法を用いた順と図形内部の空間力の影響、あいまいと感性工学ワークショップ、2013
- 6) 財団法人日本色彩研究所：デジタル色彩マニュアル、170-209、2004
- 7) ギオルギー・ケペッシュ：視覚言語、グラフィック社編集部訳、グラフィック社、28、1973
- 8) 川喜多煉七郎、武井勝雄：構成教育大系、学校美

術協会出版部、30、1934

9) 片山哲夫:色と形、マニュアルハウス、54-66、2007

(平成26年1月30日受理)