

# 平面図形の配置角度の差による見えの大きさへの影響 —正円を基準とした形態間の比較—

山下由華(理工学研究科感性デザイン工学専攻) 木下武志(理工学研究科情報・デザイン工学専攻)  
福田弓恵(理工学研究科情報・デザイン工学専攻)

## Effect to apparent size by difference of layout angle on the plane figures

Yuka YAMASHITA (Perceptual Sciences and Design Engineering, Graduate school of Science and Engineering)

Takeshi KINOSHITA (Computer Science and Design Engineering, Graduate school of Science and Engineering)

Yumie FUKUDA (Computer Science and Design Engineering, Graduate school of Science and Engineering)

**Abstract:** In visual communication media, a symbol-logo mark often is presented to a viewer as a plane figure. It has been reported a plane figure varies in its psychological influence by layout angle in a field of vision, and the geometric relations of the figure are different from objective relations. By Kim et al. in the previous study, the type of form may be the same area tends to occur a difference in the size of the visible indicated. Also, there may appear sizes are different and changing the arrangement angle of the figure was suggested. Also, in previous studies of the Fukuda et al. and Kinoshita et al., using the shape of the arrangement angle of  $0^\circ$  to the reference stimulus, investigated the influence of the arrangement angle of the plane figure the appearance of the size of the case of changing stepwise. In this study, with respect to the circle, the difference between the plane figures and their placement angle with form difference of the same area has on the size of visible impact, and comparison of the size of the visible between each figure and an object that is performed to examine the previous studies of Kim et al. And, In this experiment, we found that as the size of inside angle is small when the appearance size of the plane figure is larger.

*Key Words:* Apparent size, Layout angle, Geometric figure

### 1. はじめに

我々の身の回りにある視覚メディア(雑誌, ポスター, Web サイト等)のコンテンツには, 構成要素として文字や画像がある. それらを紙面上やディスプレイ上に配置する際に, 長さや面積等の幾何学的関係が物差しや定規で測った客観(物理)的な関係と異なって見えること[1]や, 安定の場あるいは緊張をうむ [2] 等が報告されている. そしてコンテンツの可読性や視認性を向上させるため, デザイナー等の専門家によってスペーシングやアイソレーションの設定などの視覚調整が行われている. このような視覚心理的な影響は, 美術・デザインの分野では構成要素の相互関係によって生じる緊張感を指す「シュパヌク(Spannung)」[3]がその要因として捉えられてきた. 例えば, ケペッシュ[4]の「空間的な力の場(Field of spatial forces)」や武井[5]の「空間勢力」そして片山の[6]「空間力」が報告されている(図 1-1, 1-2, 1-3). 本研究では, 片山[6]の先行研究に準じ「空間力」と記述する. この空間力については, デザイナー等の専門家によって感覚的に捉えられており, 実験的な検討がされていない状況である. これを定量的に評価することができれば, 構成要素の配置を行う場合の視覚調整に応用できる感性基礎デー

タを得ることに繋がると考えられる.

形態の特徴や配置角度の差が平面図形の見えに与える影響に関する従来研究では, 同じ面積の図形でもその形態の種類や, 配置角度によって見えの大きさが異なることが報告されている. マツハ[7]は正方形の一边を底として提示する場合と $45^\circ$ 傾けて角を頂点として提示するときでは, 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た.  $45^\circ$ 傾けた正方形(菱形)は同じ面積の正方形より大きく見える傾向が示され, 同じ形態であっても配置角度により見えの大きさが異なることが示唆された(図2). また, 金ら[8]はいくつかの幾何学的図形の面積を同じにして, 1枚の紙面上に配置し, 観察者に図形の見えの大きさの順位をつけさせた. 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(図3).

上述した検討により, 同一面積であっても形態の種類によって見えの大きさに差が生じることが明らかとなった. 特に正方形と菱形, 正三角形と逆正三角形及び縦方向と横方向の矩形は見えの大きさに差が生じている. つまり, 同一の面積の図形でも配置角度を変えると見えの大きさに差が生じることが示唆された.

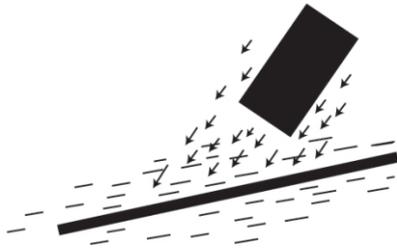


図1-1.ケペッシュによる「空間的な力場の概念

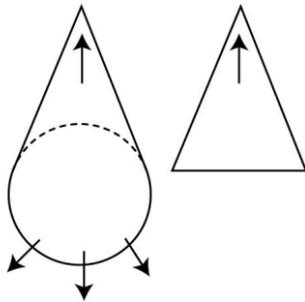


図1-2.武井による「空間勢力」の概念

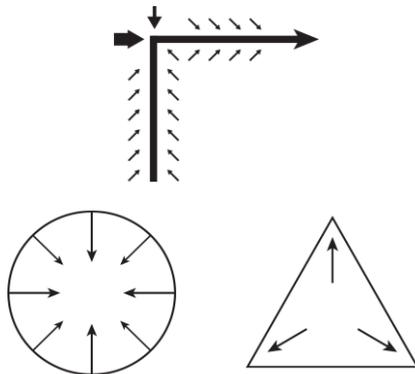


図1-3.片山による「空間力」の概念図



図2. 配置角度の異なる同じ面積の正方形



図3. 形態の差による見えの大きさの順 (大→小)

平面図形の配置角度を段階的に変えた場合の見えの大きさへの影響については、福田ら[9]と木下ら[10]による報告がある。福田ら[9]は、正三角形と正方形、正五角形、弧成卵形を対象として、配置角度をそれぞれ変えて、一対比較法とマグニチュード推定法により見えの大きさを調べた。木下ら[10]は、黄金三角形、直角三角形、ルート2矩形、黄金矩形、ルート4矩形、正六角形、滴形の配置角度を変えた図形を対象として、調整法により配置角度0°の図形との見えの大きさの比較を行った。その結果、頂点の内角二等分線の方角や図形の軸線が垂直水平方向になる程、見えの大きさが大きくなり、頂点の内角が大きいほど図形の空間力は弱くなることが示唆された。また、先行研究[9,10]では基準刺激に配置角度0°の図形を使用しており、見えの大きさの比較については配置角度の異なる同一形態どうしで行われている。

そこで本研究では、頂点を持たない正円と同一面積の幾何学的平面図形との見えの大きさを比較して、異なる図形間での見えの大きさを調べる。また、金らの先行研究[8]の一部との比較を行うことを目的とする。

## 2. 実験

### 2-1. 刺激

比較刺激は、正三角形、正方形、正五角形、弧成卵形、滴形の5種類とし、基準刺激は正円とした。図形の面積を一定とし(1565.5mm<sup>2</sup>)、配置角度は、正三角形であれば逆正三角形が含まれるように、それぞれの形態毎に変えた。正三角形は10°、正方形は15°、正五角形は12°、弧成卵形は30°、滴形は30°と45°毎とした(図4(a)~(e))。図形の色は中灰色(測色値: x = 0.29, y = 0.29, Lv = 19.02)を使用し、背景は白色とした。

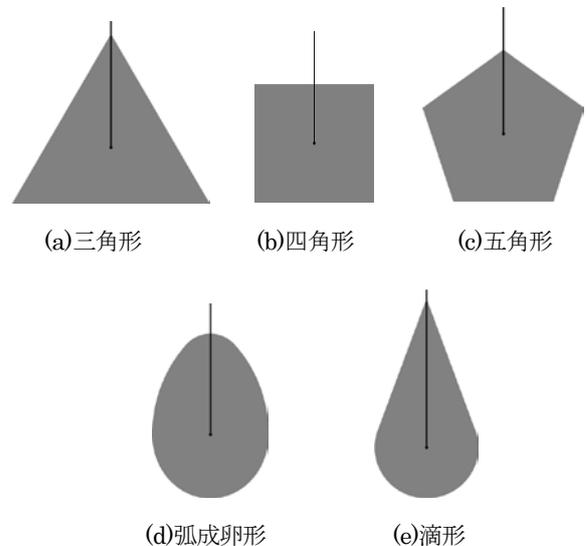


図4. 配置角度0°の場合の比較刺激(図形中央の点は回転の中心を示す.)

### 2-2. 手続き

刺激の提示には17インチカラー液晶ディスプレイ(ナナオEIZO FlexScan L557-RBK)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45cmとした。画面の中央に基準刺激と明らかに面積が大きいまたは小さい比較刺激を提示した(図5)。見えの大きさの比較は、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う調整法を用いた。大きさの調整は、キーボードの右矢印キーを押すと提示している比較刺激の縦と横の幅が1px大きくなり、左矢印キーを押すと1px小さくなるプログラム(環境開発: Processing1.5.1)により制御した。刺激の提示順はランダムとし、基準刺激と比較刺激の左右の位置はランダムに入れ替えた。

### 2-3. 実験参加者

視力が正常な19~24歳(平均年齢21.5歳)の大学生及び大学院生、計24名(男性12名、女性12名)が参加した。

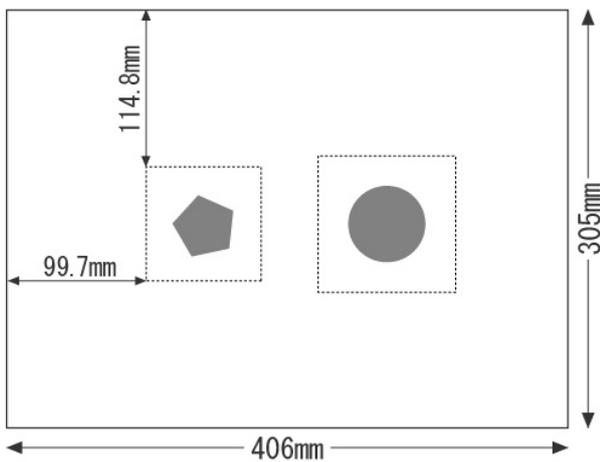


図5.刺激の提示画面(基準刺激が右側の場合)

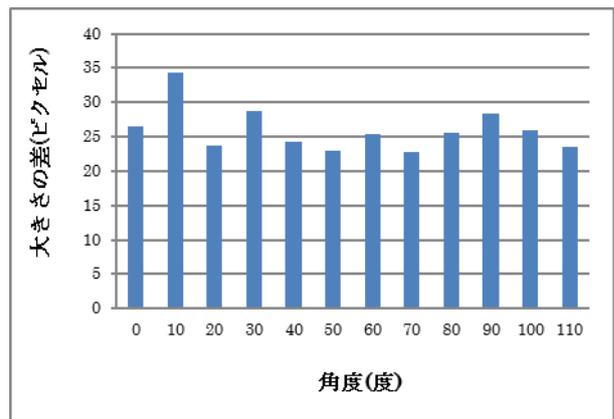
### 2-4. 計測方法

見えの大きさは刺激図形を含む正方形の枠を設定し、計測対象とした(図5)。比較刺激を拡大・縮小すると同じ比率で枠の大きさも変わる。この枠の一辺の長さをピクセル単位で計測し、得られた値を基に図形の大きさを判断した。

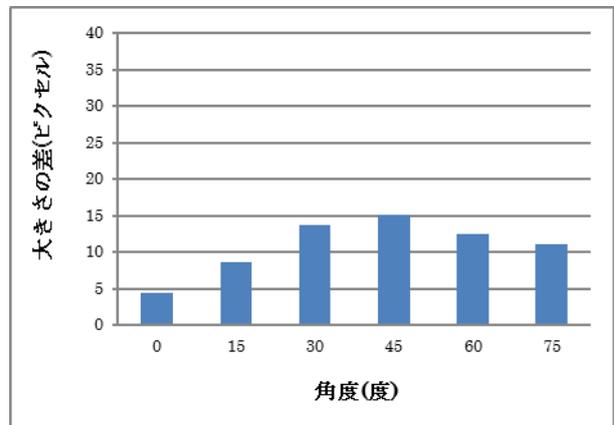
## 3. 結果

全ての実験参加者が調節した画像の大きさを刺激毎に集計し、基準刺激の画像の大きさとの差の平均を求めた(図6(a)~(e))。全ての図形の大きさの差は正の値となり、正円よりも見えの大きさが大きい傾向が示された。また、正三角形が最も大きな値を取り、次に配置角度が48°の正五角形、0°の滴形、45°の正方形となった。基準刺激との見えの大きさの差が比較的小さい刺激は

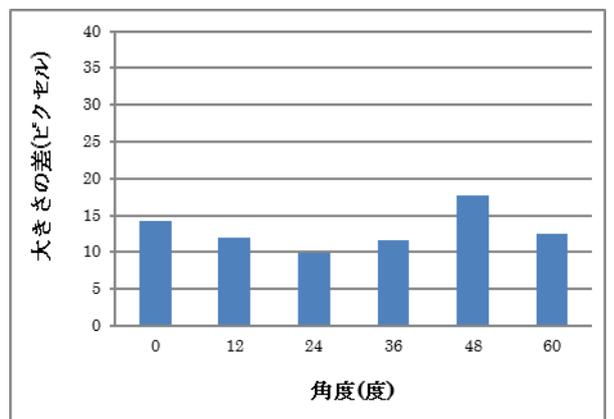
90°の滴形、60°の弧成卵形となった。さらに、形態毎に配置角度による見えの大きさの差を比較するため、大きさの差の平均を求めた。その結果、正三角形は25.0 px、正方形は11.0 px、正五角形は13.4 px、弧成卵形は11.2 px、滴形は8.1 pxとなった。また形態毎に配置角度を要因とした一要因分散分析を行った結果、弧成卵形では配置角度要因の主効果が有意であった( $F(5, 11) = 0.0216(p < .05)$ )。その他の図形では配置角度要因の主効果は有意でなかった。よって、正円と見えの大きさの比較を行う場合、正三角形、正方形、正五角形、滴形は配置角度による見えの大きさへの影響は少ない傾向が見られた。



(a) 正三角形

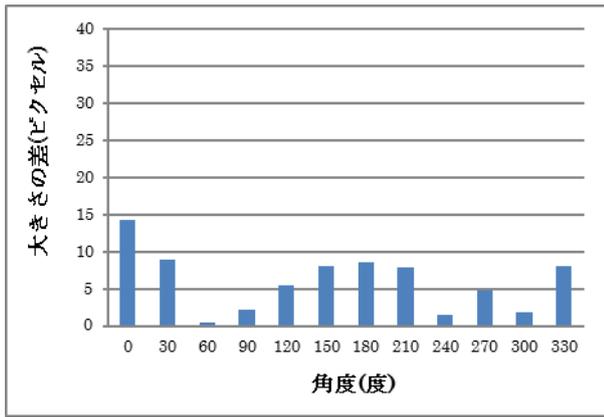


(b) 正方形

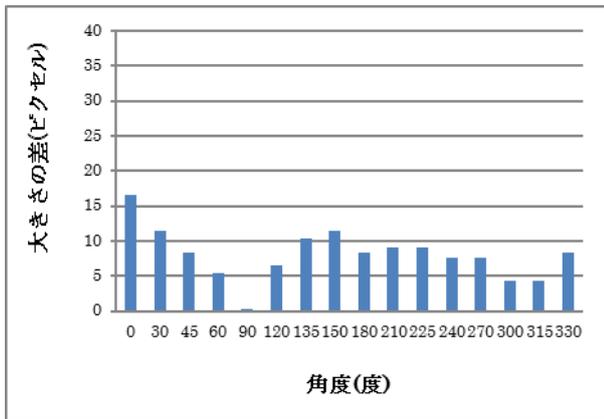


(c) 正五角形

図6. 角度毎の基準刺激と比較刺激の差の平均



(d) 弧成卵形



(e) 滴形

図6. 角度毎の基準刺激と比較刺激の差の平均

#### 4. 考察

基準刺激との差の平均値を形態毎に比較すると、正三角形が最も大きいことは金ら[8]の報告と一致している。この要因として、片山[6]の空間力の影響と関連していると考えられる。また、全ての図形のうち、金ら[8]が検討を行った図形と同じ6つの刺激図形を大きく見えた順に左からならべ、金ら[8]の結果と比較した(図7)。その結果、金ら[8]と同様に、内角が小さいほど見えの大きさが大きい傾向がみられた。しかし、正五角形と正方形に関しては、頂点の多い正五角形の方が大きく逆の結果となった。これは、木下ら<sup>10)</sup>の報告と一致し、正五角形の頂点の内角二等分線が垂直方向と水平方向に近い配置角度にあるため、空間力が強まり見えの大きさが大きくなった可能性があると考えられる(図8)。

配置角度を要因とした一要因分散分析の結果、弧成卵形でのみ要因の主効果が有意であり、その他の図形では有意差は見られなかった。これは、弧成卵形のみ頂点を持たない図形であり正円と形態的特徴が近いことが影響していると考えられる。また、見えの大きさに与える影響は、正三角形、正方形、正五角形及び滴

形では、配置角度の影響と比較し、図形の形態的特徴や空間力の影響が強いと推察する。そして、正円が最も小さくなったことに関しては、正円には頂点がないために、空間力による見えの大きさへの影響が小さいことが考えられる。

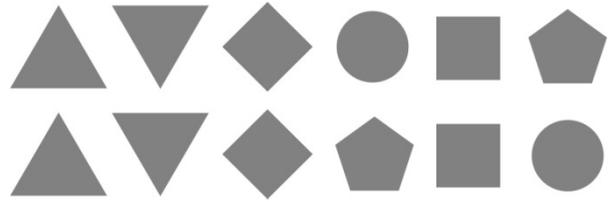


図7. 見えの大きさの順の比較(大→小)  
上:金ら<sup>9)</sup>の結果、下:実験1の結果

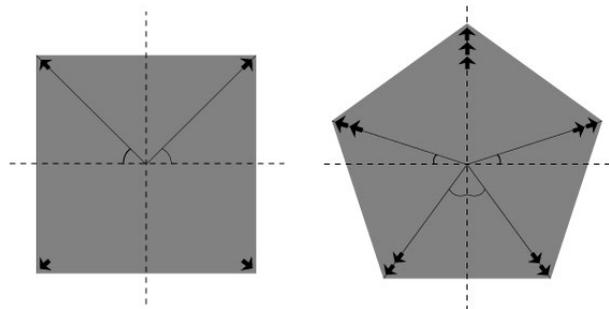


図8. 頂点の内角二等分線の方角の角度差による空間力の増幅(垂直・水平程大きい)

#### 5. まとめ

本研究では、正円を基準とし、同一面積の形態差のある平面図形とそれらの配置角度の差が見えの大きさに与える影響及び、各図形間の見えの大きさの比較と金らの先行研究との比較について検討を行った。その結果、以下の傾向が示唆された。

- (1) 内角が小さいほど平面図形の見えの大きさは大きくなる。
- (2) 正五角形の頂点の内角二等分線は垂直方向と水平方向に近い位置にあるため、空間力が強まり、正方形よりも見えの大きさは大きくなる。
- (3) 正円には頂点がないために、空間力による見えの大きさへの影響がほとんどない。

今後の課題としては、実際のビジュアルコンテンツのデザインを行う際の文字や画像のレイアウトに視覚調整に応用できるように、矩形や不等辺図形、円弧を含む平面図形、文字に近い複合的な図形を対象として検討をする必要がある。

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。

## 引用文献 (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, 1989
- 2) 小林重順: デザイン心理入門, 183, 1967
- 3) 福井晃一: デザイン小辞典, ダヴィット社, 138, 1999
- 4) ギオルギー・ケペッシュ: 視覚言語, グラフィック社, 28, 1973
- 5) 武井勝雄: 構成教育入門, 造形芸術研究会, 63-64, 1959
- 6) 片山哲夫: 色と形, マニュアルハウス, 50-54, 2007
- 7) エルンスト・マッハ: 感覚の分析, 法政大学出版局, 90-91, 1971
- 8) 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
- 9) 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, 芸術工学会第 59 号, 62-67, 2012
- 10) 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, 感性工学研究論文 Vol.12 No.1, 1-6, 2013

(平成 27 年 2 月 23 日受理)