

## Delboeuf錯視における判断順序効果

濱田治良<sup>1)</sup> ガリナ V. パラメイ<sup>2)</sup> ヴァルター H. エレンシュタイン<sup>2)</sup>

### JUDGMENT-ORDER EFFECT ON APPARENT SIZE IN THE DELBOEUF ILLUSION

Jiro HAMADA, Galina V. PARAMEI and Walter H. EHRENSTEIN

Abstract. Apparent size of circles in the Delboeuf configuration was judged under variation of their diameters and compared to that of circle singletons of equivalent diameter. The primary purpose of the study was to investigate the effect of judgment order on the perceived size, i.e. starting with either inner or outer circle. In addition, we compared the measured strength of the illusion as obtained by two different methods - category rating and magnitude estimation. We found that the circle judged first had an assimilative effect on the apparent size of the subsequently judged circle, with the amount of the effect being contingent on diameter ratio and diameter difference of the constituent circles. Moreover, assimilation of the inner circle was more pronounced than that of the outer circle. The judgment-order effect may be accounted for by attentional mechanisms: if the outer circle is judged first, spatial span of attention is large, so that the inner circle falls in the span. Conversely, if the inner circle is judged initially, spatial span of attention is too small to take up the outer circle. The amount of illusion was greater when judged using magnitude estimation than category rating, conceivably due to a coarser internal mapping at the latter procedure.

Key words: judgment-order effect, Delboeuf illusion, category rating, magnitude estimation, attention

---

<sup>1)</sup> 〒770-8502 徳島市南常三島町 1-1 徳島大学総合科学部行動科学大講座

<sup>2)</sup> Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund,  
Ardeystraße 67, 44139 Dortmund, Germany

判断順序効果 等しい2つの刺激が継時的に提示される時、刺激としては等しいにもかかわらず、先行の第一刺激と後続の第二刺激が規則的に異なって判断される効果は、Fechner の発見以来古くから知られ、時間誤差あるいは時間順序効果と呼ばれている (Guilford, 1954; 濱田, 1990; Hellström, 1985, 1996)。一方、2つの円図形を継時的提示ではなく、同時的に提示して、その見えの大きさを順次判断させるとその判断順序に依存して差異が現れる。この効果は、2つの刺激の継時的提示による時間順序効果とは異なるので、以下に示す研究に基づいて判断順序効果と名付けられた (濱田・エーレンシュタイン、1993; 濱田・原田, 1988; 西村・濱田, 1999)。例えば、濱田・エーレンシュタイン (1993)は、Delboeuf図形の見えの大きさをマグニチュード推定法で測定した。その際、内円を先に判断し外円を後に判断する被験者群、及び外円を先に判断し内円を後に判断する被験者群を設けた。その結果、内円であれ外円であれ、後続判断値は先に判断した円が大きい時には大きい方向に、それが小さい時には小さな方向へと牽引されて、判断順序効果が現れた。そして、判断順序効果は先行判断に現れた知覚的大きさ同化を更に拡大する方向で生じ、その効果は外円よりも内円において強く現れた。

注意の空間的範囲と判断順序効果 Delboeuf図形の見えの大きさをマグニチュード推定法によって判断する場合、被験者は内円あるいは外円に視覚的注意を向けてその大きさを判断する。この視覚的注意はアナロジーとしてスポットライトあるいはズームレンズの性質を持っていると考えられている (熊田・菊地, 1988a, ; 熊田・横澤, 1994; Palmer, 1999)。つまり、スポットライト説によれば、視覚的注意とは視覚的対象に対してスポットライトを当てて注意を向けることに相当する (Posner, 1980)。従って、注意のスポットライトが当たった場所の対象は、他の場所の対象よりも目立ち、より効率的に処理される。そして、視覚的注意の範囲が視角で約  $1^\circ$  であると報告された (Eriksen & Eriksen, 1974)。しかし、注意の範囲が視角の  $1^\circ$  に固定されているとは考えにくい。そこで、大きな対象やより広い視界を見るときには注意の範囲は広がり、逆に細かな部分を見るときは注意の範囲は狭まると考えるズームレンズ説が提案された (Eriksen & St. James, 1986)。このように、注意の空間的範囲はズームレンズのように拡大あるいは縮小が可能であると考えられている。そして、この視覚的注意の空間的分布は、注意を向けた場所を中心にして、空間的距離の減少関数であると考えられている (熊田・菊地, 1988b; Shulman, Wilson & Sheehy, 1985)。

Delboeuf図形の構成円の大きさを継時的に判断する場合、内円と外円の大きさに応じて注意の空間的範囲が順次変更されていると考えられる。従って、我々が見出した判断順序効果は、次のような形で注意の空間的範囲の変更に密接に関連していると考えられる。即ち、例えばDelboeufの構成円に対する先行判断においては、内円あるいは外円の大きさに対応した注意の空間的範囲が設定されて見えの大きさ判断がなされ、知覚的な大きさ同化が現れる。

次いで、Delboeufの構成円に対して後続判断を行う為に、注意の空間的範囲を設定する必要がある。しかし、内円を後続して判断する場合は、内円は先行の外円に対する注意の範囲の中に覆われているので注意の範囲を変更する必要がない。そして、外円に対する判断が内円判断の基準となつて、その基準の方向に内円の判断を牽引する。従って、内円は外円の方向へと過大視され知覚的大きさ同化を更に拡大する方向で判断順序効果が生ずる。

一方、外円を後続して判断する場合は、先行の内円に対する注意の範囲を外円の大きさにまで拡大しなければならない。従って、内円に対する判断が外円判断の基準となるが、注意の範囲の拡大が負荷となり、外円の判断が内円の判断の方向に牽引される程度は弱くなる。それ故、外円に対する判断順序効果は、内円の場合よりも弱くなると理解できる。

カテゴリー評定法とマグニチュード推定法 閾値の測定ではなく、見えの大きさを測定する方法として尺度構成がある。尺度構成は物理的大きさに対する心理的な見えの大きさを数で表現する事を意味し、カテゴリー評定法とマグニチュード推定法がある (Ehrenstein & Ehrenstein, 1999)。濱田・エーレンシュタイン (1993) は Delboeuf 錯視における判断順序効果をマグニチュード推定法によって測定し、濱田・原田 (1988) は大小 2 つの円を左右に配置した大きさ対比図形における判断順序効果を 7 段階のカテゴリー評定法で測定した。その結果、カテゴリー評定法とマグニチュード推定法の両者によって判断順序効果が測定できる事が明らかになった。本研究では、7 種類の直径を有する円を 2 つずつ同心円的に組み合わせることで Delboeuf 図形を作成する。従って、カテゴリー評定法では 7 種類の円の大きさに対して 1 から 7 までの整数を 1 対 1 対応で当てはめることになる。一方、マグニチュード推定法では数の割り当てに対する制約はなく、7 種類の円に対して自由に実数を当てはめることになる。このような測定法の差異が Delboeuf 錯視と判断順序効果にどのような影響を与えるのかは興味ある問題であるように思われる。

目的 Delboeuf 図形における錯覚量をカテゴリー評定法とマグニチュード推定法を用いて測定し、両測定法によって得られる錯覚量の差異を比較検討する。更に、極限法による従来の Delboeuf 錯視の測定結果と比較検討する。また、内円と外円の測定順序を変える事により判断順序効果を検討する。そして、大きさ錯視における判断順序効果と注意の空間的範囲との関連について考察する。

## 方法

被験者及び刺激図形 徳島大学の学部生 144 名が心理学の講義の中で集団で実験に参加した。被験者はカテゴリー評定法 (66 名) とマグニチュード推定法 (78 名) の実験にランダムに割り当てられた。円の直径は 12.0 mm から 45.0 mm までの範囲で 5.5 mm 間隔で設定され、それら 7 種類の円が組み合わされて Delboeuf 図形が描かれた。Delboeuf 図形は 21 種類であり、内円と外円の直径が等しい事に相当する単一円は 7 種類であり、合計で 28 種類の図形が用いられた。Fig. 1 に使用された Delboeuf 図形とそれらの構成円に対応している単一円を示す。内外円の直径比 (即ち、内円/外円) は 0.27 から 0.88 の範囲であり、それらの直径比が各図形の下に記されている。各図形は 1 枚ずつ白の厚紙 (83 × 80 mm) の中央部に約 0.3 mm の太さの黒線で印刷された。各刺激図形の下部中央に図形番号が小さく印刷された。1 回の実験で 2 個の推定値を得る為に各刺激図形を 2 枚ずつ用意し 56 枚のカードを 1 セットとして各被験者に配布した。

手続き 観察距離は被験者各自の読書距離とし、観察距離は特定しなかった。しかし、観察距離を 30 cm と仮定すると、最小円の直径 12 mm は視角で  $2.3^\circ$ 、最大円の直径 45 mm は  $8.5^\circ$  に相当する。被験者の課題は、通常の両眼視により、Delboeuf 図形の内円及び外円、そして単一円の主観的な見えの大きさを判断し、大きく見える円には大きな数値を、小さく見える円には小さな数値を当てはめる事であった。カテゴリー評定法におい

ては1から7までの整数を当てはめ、マグニチュード推定法では零を除く正の実数を当てはめた。大きさ判断に際して標準刺激は用いなかった。また、被験者には円の大きさが7種類である事は知らせていなかった。

実験に先立ち、被験者は判断基準を設定する為に56枚のカードに一通り目を通した。但し、各被験者が設定した基準は実験中に変更しても良い事が教示された。被験者は刺激図形の番号を記入した後、Delboeuf図形の場合は内円と外円の判断値、単一円の場合はその判断値だけを反应用紙に記入した。これらの判断と記入の作業は刺激図形1枚ずつセルフペースで行われた。各実験前にランダム順にする為にカードを良く切った。以上の手続き





























Diameter of outer circle ( <i>O</i> ), mm	Diameter of inner circle ( <i>I</i> ), mm						
	12.0	17.5	23.0	28.5	34.0	39.5	45.0
45.0	 0.27	 0.39	 0.51	 0.63	 0.76	 0.88	
39.5	 0.30	 0.44	 0.58	 0.72	 0.86		
34.0	 0.35	 0.51	 0.68	 0.84			
28.5	 0.42	 0.61	 0.81				
23.0	 0.52	 0.76					
17.5	 0.69						
12.0							

Figure 1. The Delboeuf configurations and single circle (control) figures used. Ratios of diameters of inner (*I*) to outer (*O*) circles are given below.

は教示文に印刷されて被験者に配布され、実験者によって十分に説明された。実験は3回のセッションで繰り返され、第1セッションは練習試行とし、2回目と3回目のセッションで得られたデータのみを分析の対象とした。

**実験条件** 内円と外円の判断順序を被験者内とセッション内でカウンターバランスさせる為に、グループG1とグループG2が設けられた。グループG1においては第1セッション（練習試行）では内円（I）の大きさを先に判断した後に外円（O）を判断し（IO 順序）、第2セッションでは逆に外円（O）の大きさを先に判断した後に内円（I）を判断し（OI 順序）、第3セッションでは第1セッションでの順序に戻って判断した（IO 順序）。グループG2においてはグループG1の逆順で判断され、第1セッションは（OI 順序）、第2セッションは（IO 順序）、第3セッションは（OI 順序）で実施された。グループG1とG2の被験者数はカテゴリー評定法では33名ずつ、マグニチュード推定法では39名ずつであり、これらの被験者はランダムに各グループに割り当てられた。

## 結果

**錯覚量** Delboeuf図形の2つの構成円に対する判断値を統制円の判断値と比較する為に、単一円を基準にした内円及び外円の錯覚量（IS %）が被験者毎に次式により計算された（Fig. 1参照）。

$$IS [\%] = (E_i - C_i) / C_i \quad [ \times 100 \% ]$$

ここで、 $E_i$  は直径  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 7$ ) を有する内円あるいは外円の判断値、 $C_i$  はそれと同じ直径を有する単一円の判断値である。21種類の内円と外円の全てについて、全被験者に渡った錯覚量の平均値を直径比の関数としてFig. 2に示す。パラメータは内外円の直径差( $\Delta d$ )である。Fig. 2の上図(AとB)はカテゴリー評定法、下図(CとD)はマグニチュード推定法による結果、左図(AとC)は先行判断(First Judgment)、右図(BとD)は後続判断(Second Judgment)の値を示している。内円(I)は点線付きの黒記号で、外円(O)は実線付きの白記号で示されている。各図右端の点線及び実線は、内円及び外円の平均錯覚量である。

Fig. 2のカテゴリー評定法とマグニチュード推定法及び先行判断と後続判断に共通して、内円の錯覚量（黒記号）を各直径差に関して視察すると、カテゴリー評定法では逆U字型を、マグニチュード推定法ではU字型を呈する傾向が見られる。特に、直径が12.0 mm である最小内円（即ち、各直径差( $\Delta d$ )において最小直径比を有する内円）の錯覚量は、カテゴリー評定法では下降し、マグニチュード推定法では上昇する傾向が見られ、測定法に依存して異なる特徴を示している。一方、2種類の測定法と2種類の判断に共通して、外円の錯覚量（白記号）は直径比と直径差に関して類似の傾向を示し、直径比の増加と直径差の減少に連動して過小視から過大視へと移行している。以下において、これらの特徴を分析する。

**内円の過大視及び外円におけるDelboeufの逆転錯視** Fig. 2によると、カテゴリー評定法とマグニチュード推定法、そして先行判断と後続判断にかかわらず、内円（黒記号）は明確に過大視を示している。

外円（白記号）については、カテゴリー評定法では直径差( $\Delta d$ )が16.5 mm 以上、マグニチュード推定法では11.0 mm 以上の場合は、従来の研究から期待される過小視、即ち同化

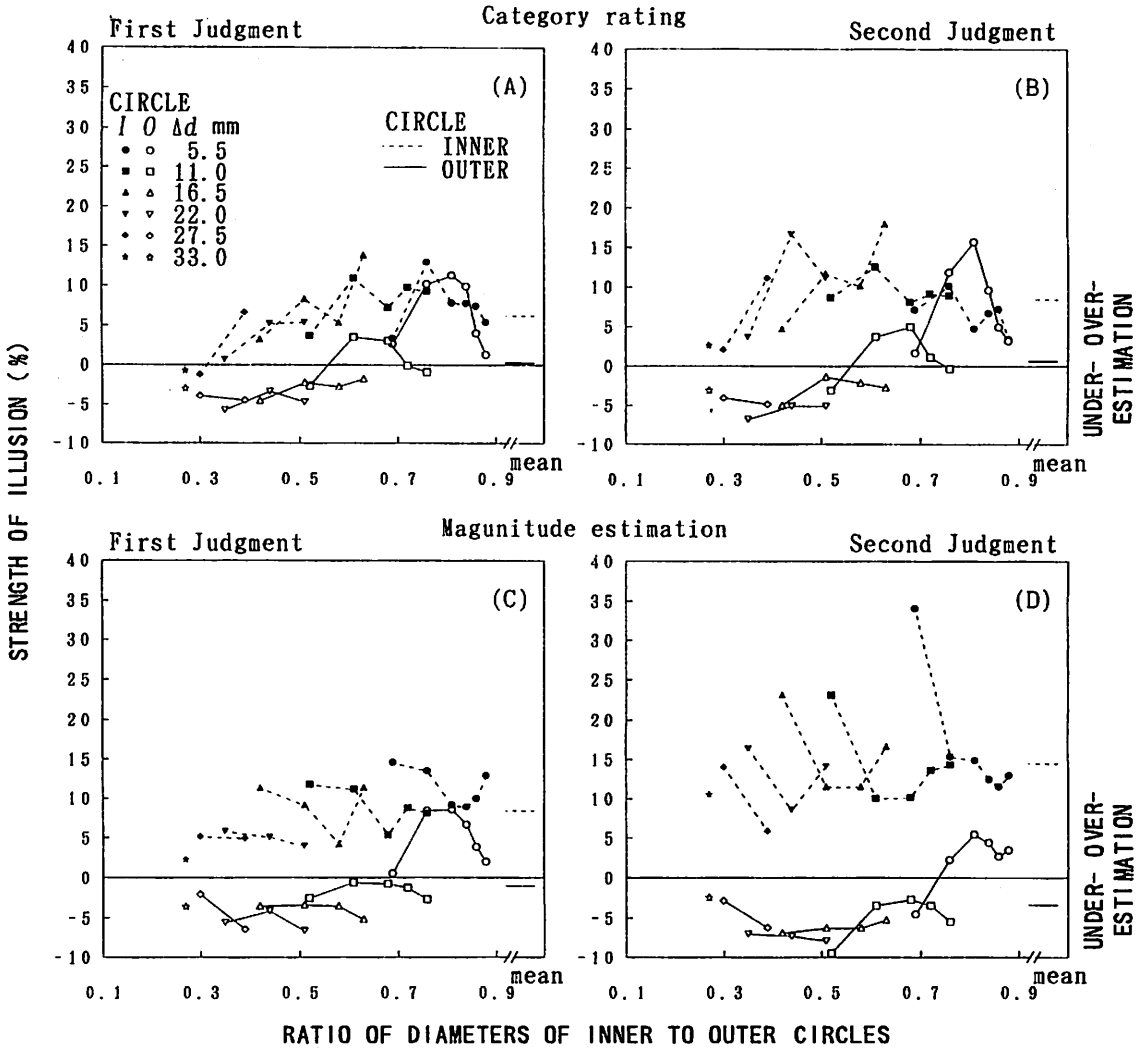


Figure 2. Strength of illusion (deviation from singleton size in %) of the Delboeuf circles as a function of diameter ratio of  $I$  to  $O$  circles,  $rd$  ( $I/O$ ). Parameter is the diameter difference,  $\Delta d$  ( $O-I$ ). Judgments of  $I$  are given by filled symbols and dashed lines, judgments of  $O$  by open symbols and solid lines. Right-hand horizontal dashed and solid lines designate mean values of strength of illusion for  $I$  and  $O$ , respectively. (A) and (B) present first-judged and second-judged order obtained by category rating, respectively; (C) and (D) those by magnitude estimation.

の傾向が現れている。一方、その他の直径差( $\Delta d$ )では過大視の傾向を示し、Delboeufの逆転錯視が現れている。測定法と判断順序別に、最小直径差( $\Delta d = 5.5$  mm)を有する6種類の外円(白丸印)を込みにしてサイン検定を行うと、マグニチュード推定法での後続判断の場合(Fig. 2D)にはDelboeufの逆転錯視が認められないが( $p > .05$ )、その他の場合(Fig. 2A, 2B, 2C)には有意に認められる(いずれも $P < .01$ )。そして、これらの逆転錯視は、カテゴリー評定法とマグニチュード推定法、そして先行推定と後続推定にかかわらず、直径比0.81で最大値を示している。

判断順序効果

Fig. 2において先行錯覚量(左図)には判断順序効果が混入しておらず、その錯覚量はDelboeuf錯視を示している。一方、後続錯覚量(右図)にはDelboeuf錯視と判断順序効果が重畳されていると考えられる。そこで、内円(黒記号)及び外円(白記号)に対する後続錯覚量から先行錯覚量を差し引いた値を判断順序効果とし、直径比の関数としてFig. 3に示す。Fig. 3Aにはカテゴリー評定法、Fig. 3Bにはマグニチュード推定法の結果が示され、内円と外円の両方の判断順序効果はマグニチュード推定法の方がカテゴリー評定法よりも大きく現れている事が分かる。以下において、グループ(2)を被験者間要因とし、判断順序(2)と構成円(21)を被験者内要因とする分散分析を、構成円別および測定方法別に行う。

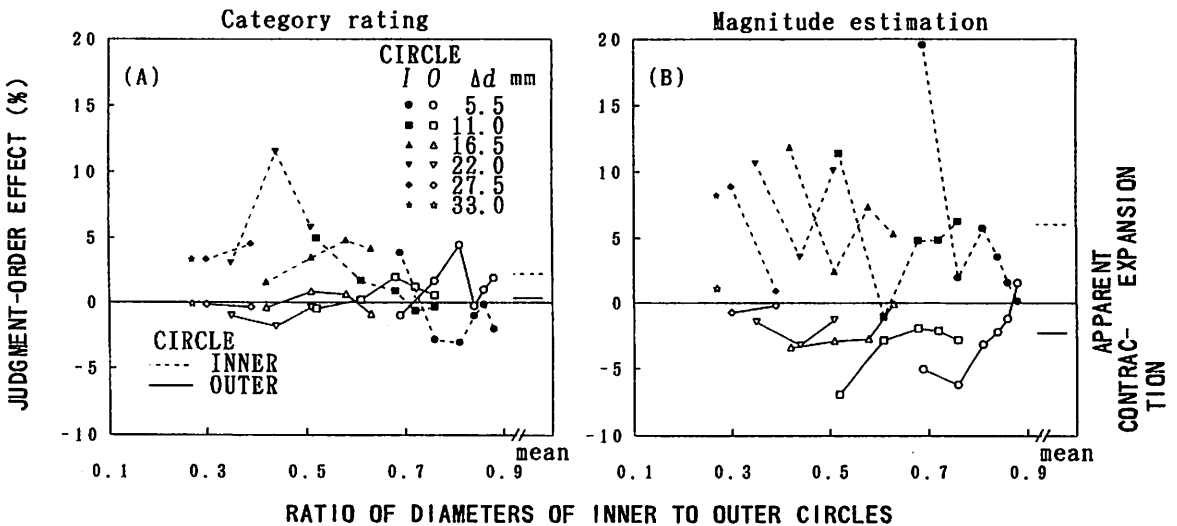


Figure 3. Amount of the judgment-order effect (%) as a function of  $rd$  ( $I/O$ ). The amount of the effect was defined as the difference in the strength of illusion under the  $IO$  and  $OI$  conditions. Parameter is  $\Delta d$  ( $O-I$ ). (A) and (B) present results of category rating and magnitude estimation, respectively. For symbols see Fig. 2.

内円 内円(Fig. 2Aと2B、及びFig. 2C と2Dの黒記号)の分散分析の結果、グループ(G1 とG2)の主効果は有意でなかった(2つの測定法に共通して $p > .05$ )。判断順序(10 と01順序)の主効果は、カテゴリー評定法 [F(1, 64)=5.2211;  $p < .05$ ]及びマグニチュード推定法 [F(1, 76)=26.2315;  $p < .01$ ]の両方で有意であった。構成円(内円)の主効果もカテゴリー評定法 [F(20, 1280)=5.4485]及びマグニチュード推定法 [F(20, 1520)=5.7378]の両方で有意であった(共に $p < .01$ )。(10 と01順序)×(内円)の交互作用はマグニチュード推定法では有意であったが[F(20, 1520)=3.0147;  $p < .01$ ]、カテゴリー評定法では有意でなかった( $p > .05$ )。その他の全ての交互作用は有意でなかった(2つの測定法に共通して $p > .05$ )。このように、内円に関しては2つの測定法に共通して判断順序効果が認められる。

外円 外円(Fig. 2Aと2B、及びFig. 2C と2Dの白記号)の分散分析を行うと、グループ(G1 とG2)の主効果は有意でなかった(2つの測定法に共通して  $p > .05$ )。判断順序(10 と01順序)の主効果は、マグニチュード推定法 [F(1, 76)=8.5266;  $p < .01$ ]では有意であったが、カテゴリー評定法では有意でなかった ( $p > .05$ )。構成円(外円)の主効果はカテゴリー評定法 [F(20, 1280)=30.980] 及びマグニチュード推定法 [F(20, 1520)=15.026]の両方で有意であった(共に $p < .01$ )。(グループG1とG2)×(10 と01順序)×(外円)の交互作用はカテゴリー評定法では有意であった [F(20, 1280)=1.5763;  $p < .05$ ]が、その他の全ての交互作用は有意でなかった(全て $p > .05$ )。このように、外円における判断順序効果は、内円の場合とは異なり、マグニチュード推定法では認められるが、カテゴリー評定法では認められない。

## 2つの測定法間の錯覚量の差異

2つの測定法によって得られた錯覚量の差異を検討する為に、マグニチュード推定法で得られた錯覚量(Fig. 2Cと2D)からカテゴリー評定法で得られた錯覚量(Fig. 2Aと2B)を差し引いた値を直径比の関数としてFig. 4A と4Bに示す。直径差毎に示された錯覚量の差は概ねU字型を呈している。先行判断(A)と後続判断(B)の錯覚量の差の質的な傾向は類似しているが、先行判断に比べて後続判断における変動が大きい。以下において、カテゴリー評定法とマグニチュード推定法の測定法(2)を被験者間要因とし、構成円(21)を被験者内要因とする分散分析を、判断順序別および構成円別に行う。

先行判断 先行判断(Fig. 2Aと2Cの黒記号(内円)、あるいは白記号(外円))の分散分析の結果、測定法の主効果は有意でなかった(内円と外円に共通して  $p > .05$ )。構成円の主効果は、内円 [F(20, 2840)=4.765]及び外円 [F(20, 2840)=23.601]の両方で有意であった(共に $p < .01$ )。(測定法)×(構成円)の交互作用は内円では有意であったが [F(20, 2840)=1.873;  $p < .05$ ]、外円では有意でなかった( $p > .05$ )。このように、先行判断に関して、外円では測定法間の差異が認められない。一方、内円については測定法との間に交互作用が認められる。

後続判断 後続判断(Fig. 2Bと2Dの黒記号(内円)、あるいは白記号(外円))の分散分析を行うと、測定法の主効果は内円 [F(1, 142)=11.283] 及び外円 [F(1, 142)=19.232]の両方で有意であり(共に $p < .01$ )、構成円に関しては、内円 [F(20, 2840)=3.871]及び外円 [F(20, 2840)=25.811]の主効果は共に有意であった(共に $p < .01$ )。(測



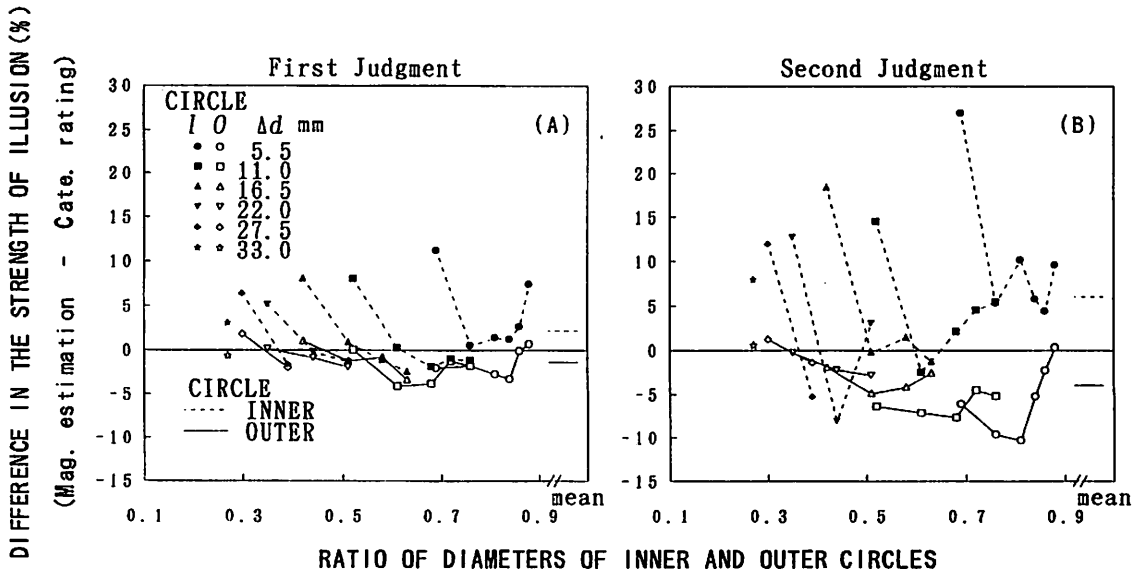


Figure 4. Difference in the strength of illusion (%) obtained by magnitude estimation and category rating as a function of  $rd$  ( $I/O$ ). Parameter is  $\Delta d$  ( $O-I$ ). (A) and (B) present results at the first-judged and second-judged order, respectively. For symbols see Fig. 2.

定法) × (構成円) の交互作用に関しては、内円 [ $F(20, 2840)=5.778$ ] 及び外円 [ $F(20, 2840)=2.649$ ] で共に有意であった (共に  $p < .01$ )。このように、後続判断に関しては、内円と外円に共通して測定法による差異は顕著に現れている。

### 考察

#### 測定法に依存する錯覚量

測定法の比較 本実験で得られた錯覚量のうち、知覚におけるDelboeuf錯視は判断順序効果が混入していない先行錯覚量によって示される。極限法を用いた盛永(1935)や小笠原(1952)の実験は、内円の最大過大視と外円の最大過小視が直径比0.67の時に生じ、Delboeuf錯視は直径比に規定される事を示して来た。しかし、本実験の結果は、カテゴリー評定法とマグニチュード評定法に共通して、例えば内円が23.0mmで外円が34.0mmの同心円(直径比0.68)で最大の過大視を示していない(Fig. 2左図の黒四角)。同様に外円の最大過小視が直径比0.67の時に生ずるとは言えない(Fig. 2左図の白記号)。これらの結果は、濱田・エーリツタイン(1993)でも確認されている。従って、カテゴリー評定法とマグニチュード推定法によると、Delboeuf錯視は直径差と直径比の両方に依存する(Fig. 2Aと2Cを参照)。これは、検査図形と比較図形を併置して測定する極限法による錯視量が、比較図形を用いずに数を当てはめる測定法による錯覚量と、単に量的のみならず質的に異なる

事を意味する。

ところで、カテゴリー評定法とマグニチュード推定法における先行判断に共通して、内外円の直径差が小さなDelboeuf図形においては外円は過大視を示しDelboeufの逆転錯視が生じた。この逆転錯視も濱田・エーレンシュタイン(1993)で確認されている。しかし、この逆転錯視は極限法を用いた従来の研究では報告されていない。従って、この逆転錯視の出現も比較円を用いる極限法の測定結果と錯視図形だけを提示して数を当てはめる測定法の結果が、質的に異なる事を示唆している。今後、比較図形の有無が測定結果に及ぼす影響を更に検討する必要があるように思われる。

先行判断については、内円と外円の両者においてマグニチュード推定法とカテゴリー評定法の間には有意差は認められなかった(Fig. 2Aと2C、及びFig. 4A)。しかし、内円に対する錯覚量が示す曲線の形は、カテゴリー評定法(Fig. 2A)ではほぼ逆U字型を、マグニチュード推定法(Fig. 2C)ではU字型を示し、2つの測定法の間には差異が見られた。一方、後続判断については、内円と外円の両者においてマグニチュード推定法とカテゴリー評定法の間には有意差が認められた(Fig. 2Bと2D、及びFig. 4B)。従って、マグニチュード推定法とカテゴリー評定法によって測定された錯覚量は異なると結論される。

判断順序効果に対する鋭敏性 Fig. 2と3の黒記号で示されているように、内円の判断順序効果は2つの測定法に共通して認められるが、マグニチュード推定法の方がカテゴリー評定法よりもより大きな判断順序効果を捉えている(Fig. 3の黒記号を参照)。特に、マグニチュード推定法を用いた場合、最小内円(即ち、各直径差( $\Delta d$ )で直径比が最小の内円)において著しい判断順序効果の生起が見られる(Fig. 3B)。一方、カテゴリー評定法を用いた場合は、直径差( $\Delta d$ )が16.5 mm以上の内円において比較的強い判断順序効果が見られる(Fig. 3A)。

外円の判断順序効果はマグニチュード推定法を用いた場合に有意に生起した。そして、最小内円を有する外円(即ち、各直径差( $\Delta d$ )で直径比が小さい外円)において大きな判断順序効果の生起が見られる(Fig. 3Bの白記号)。一方、カテゴリー評定法では外円の判断順序効果は認められなかった(Fig. 3Aの白記号)。従って、内円と外円の判断順序効果は共に、カテゴリー評定法よりもマグニチュード推定法によって、より鋭敏に検出されると言える。

### 判断順序効果と空間的注意

従来のマグニチュード推定法を用いた研究は、Delboeuf図形、大きさ対比図形、Ebbinghaus図形の何れの図形においても、後続判断は先に判断した円が大きい時には大きい方向に、それが小さい時には小さな方向へと牽引されて、判断順序効果が生ずる事を示している(濱田・エーレンシュタイン、1993; 原田、1988; 西村・濱田、1999)。そして、この判断順序効果は、Delboeuf図形では外円よりも内円において強く現れ、大きさ対比図形では大円には現れず、小円にのみに現れた。一方、Ebbinghaus図形では判断順序効果は、大円と小円に共通して、中央円にのみ現れ、周辺円には現れなかった。このように、判断順序効果の出現は、円図形間の包含関係や配置等の空間的構造要因に依存する。以下、これらの特徴を注意の空間的範囲との関連で考察したい。

Delboeuf図形 先行判断の場合、Delboeuf図形の外円に対する注意の空間的範囲は

広く、内円に対する注意の範囲は狭いと考えることができる。従って、外円を先に判断する場合に生ずる広い注意の空間的範囲は、後に判断する内円を十分に覆うと考えられる。それ故、外円を先に判断させると、その大きさが判断基準となり、その判断基準の方向に後続の判断が牽引されて判断順序効果が強く生ずると理解できる。逆に、内円を先に判断し、次いで外円を判断する場合は、狭い注意の空間的範囲を広い注意の空間的範囲へと拡大しなければならない。従って、注意の範囲の拡大が負荷となり、判断順序効果は弱くなると理解できる。

**大きさ対比図形** 大小2つの円を横に併置した大きさ対比図形においても、Delboeuf図形の場合と同様に、大円に対する注意の範囲は広く、小円に対する注意の範囲は狭いと考えることができる。従って、大円を先に判断する場合に生ずる広い注意の空間的範囲は、後に判断する小円を十分に覆うと考えられる。それ故、大円を先に判断させると、その大きさが判断基準となり、その判断基準の方向に後続の判断が牽引されて判断順序効果が強く生ずると理解できる。逆に、小円を先に判断し、次いで大円を判断する場合は、狭い注意の空間的範囲を広い注意の空間的範囲へと拡大しなければならない。従って、負荷がかかり、判断順序効果は弱くなると理解できる。更に、大きさ対比図形の場合は、Delboeuf図形とは異なり円の中心が一致していないので、2つの円を順次判断する場合に注意を空間的に移動させなければならない。従って、注意の移動が負荷となり、Delboeuf図形の外円には現れた判断順序効果が、大きさ対比図形の大円には現れなかったと理解できる。

**Ebbinghaus図形** 大円であれ小円であれ、Ebbinghaus図形の中央円では判断順序効果が生じ、周辺円では判断順序効果が現れなかった。周辺円を先に判断する場合、それが大円であろうと小円であろうと、4つの周辺円に向けられていた注意が加重され、周辺円の大きさ判断がなされる。大きさ対比図形の場合には注意の対象が1個であったのに比べて、4個の周辺円に対する注意が加重されるので、引き続いて判断される大小の中央円に対して判断順序効果が生ずると理解できる。一方、中央円を先に判断する場合には大円あるいは小円に対応する注意の範囲が設定される。しかし、後続して判断しなければならない周辺円は4つあるので、注意が分散され、判断順序効果が生じないと理解できる。但し、Ebbinghaus図形における判断順序効果については、今後、円周間距離を変数にする等して更に検討する必要がある。

### 要約および結論

カテゴリー評定法とマグニチュード推定法によってDelboeuf図形の見えの大きさを測定した。その際、図形の構成円の測定順序を実験変数とし、単一円に対する判断値を基準にして錯覚量を検討した。その結果、先行錯覚量には判断順序効果が混入していない知覚的なDelboeuf錯視が現れ、後続錯覚量にはDelboeuf錯視と判断順序効果が重畳して現れた。従来の極限法による研究結果はDelboeuf錯視が内外円の直径比に依存する事を示しているが、本研究の結果はこの錯視は単に直径比に依存するだけでなく、直径差にも依存する事を示した。また、小さな直径差を有する外円の先行錯覚量にはDelboeufの逆転錯視が見出されたが、この逆転錯視は極限法では報告されていない。従って、比較図形の有無と数の割り当てに特徴付けられる異なる測定法は質的に異なる結果をもたらすと結論される。一

方、マグニチュード推定法では外円の判断順序効果を捉えたが、カテゴリー評定法ではその効果を捉える事ができなかった。また、内円についての錯覚量は、これら2つの測定法では大きな差異が認められた。それ故、Delboeufの錯覚量は測定法に依存し、カテゴリー評定法とマグニチュード推定法は知覚的なDelboeuf錯視と判断順序効果の定性的な特徴を捉える事ができるが、定量的には異なる結果をもたらす。そして、判断順序効果は7段階のカテゴリー評定法よりもマグニチュード推定法によって鋭敏に捉えられると結論される。ところで、Delboeuf錯視に伴う判断順序効果は、先行判断が後続判断を牽引する形で生じ、知覚的な大きさ同化を拡大する方向で生じた。従って、我々は判断順序効果は片方の円への最初の選択的注意が他方の円の大きさ判断を牽引する効果であり、先行錯視量に現れる大きさ錯視は知覚過程で決まり、後続錯視量に現れる判断順序効果は注意の過程で生ずると結論する。そして、判断順序効果と注意の空間的範囲の関係が考察され、Delboeuf錯視に伴う判断順序効果の特徴は構成円を順次判断する際の注意の空間的範囲の拡大で説明された。即ち、外円が先行判断の場合は、注意の空間的範囲は広く設定され、それに引き続いて後続判断される内円はその注意の範囲の中に覆われる。一方、内円が先行して判断される場合は、注意の空間的範囲は狭く設定され、外円が後続して判断される際に注意の範囲は拡大されなければならない。従って、この拡大が負荷となって判断順序効果を弱める。それ故、外円の判断順序効果は、内円よりも弱くなると結論される。

#### 引用文献

- Ehrenstein, W. H. & Ehrenstein, A. 1999 Psychophysical methods. In: U. Windhorst and H. Johanson (Eds.), *Modern Techniques in Neuroscience Research* (pp. 1211-1241). Berlin: Springer-Verlag.
- Eriksen, B. A. & Eriksen, C. W. 1974 Effects of noise letters on the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143-149.
- Eriksen, C. W. & St. James, J. D. 1986 Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*, 16, 143-149.
- Guilford, J. P. 1954 *Psychometric method*. New York: McGraw-Hill. 秋重義治監訳 1959. 精神測定法, 培風館.
- 濱田治良 1990 相対判断および絶対判断による負の時間順序効果の検討. 基礎心理学研究, 9, 1-10.
- 濱田治良・エーレンシュタイン, W. H. 1993 自由評定法によるDelboeuf錯視の検討. 第26回知覚コロキウム.
- 濱田治良・原田江梨子 1998 大きさ対比事態における評定順序効果. 徳島大学総合科学部人間科学研究, 6, 13-22.
- 原田江梨子 1998 大きさ判断における反応順序効果の検討. - 7段階評定法と自由評定法の比較から - 徳島大学大学院人間・自然研究科修士論文
- Hellström, A. 1985 The time-order error and its relatives: Mirrors of cognitive process in comparing. *Psychological Bulletin*, 97, 35-61.

- Hellström, A. 1996 Dynamics of adaptive perception. In S.C. Masin (ed.), *Fechner Day 96* (pp. 75-80). Padua: CLEUP.
- 熊田孝恒・菊地正 1988a 視知覚における注意研究の動向。－スポットライト・アナロジ－を中心にして－ 筑波大学心理学研究, 10, 17-25.
- 熊田孝恒・菊地正 1988b 位置の再認における空間的注意の分布. 心理学研究, 1988, 59, 99-105.
- 熊田孝恒・横澤一彦 1994 特徴統合と視覚的注意. 心理学評論 37, 19-43.
- 盛永四郎 1935 大きさの同化対比の条件. 増田博士謝恩心理学論文集 岩波書店 pp.28-48.
- 小笠原慈瑛 1952. 同心円の偏位効果について. 心理学研究, 22, 225-233.
- Palmer, S. E. 1999 *Vision Science - Photons to phenomenology* (pp. 544-547). Cambridge: MIT Press.
- Posner, M. I. 1980 Orienting of attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Shulman, G. L., Wilson, J. & Sheehy, J. B. 1985 Spatial determinants of the distribution of attention. *Perception & Psychophysics*, 37, 59-65.

(2000年9月22日受付, 2000年9月29日受理)

