

# 大きさの円対比錯視の呈示条件 に関する実験的研究

後藤倬男・大屋和夫

## 問 題

われわれは、Ebbinghaus 錯視（図 1 A, B）を中心とする「大きさの円対比錯視」の刺激条件の分析を通して、この錯視の成立に関して提出されてきている 2 種類の説明、すなわち、「付加円と中央円の間の大さの対比（対比効果）」と「中央円の周囲に配置されている付加円による牽引（同化効果）」の妥当性について検討してきた（後藤, 1978, 1980 a, b, 1981, 1982, 1987; 後藤他, 1984）。そこでは、図 1 A, B とは異なる単独呈示（中央円の周囲に付加円を配置）によって錯視量の測定が行なわれた<sup>(1)</sup>。その結果、この錯視の主要な刺激条件である「付加円と中央円の大さの差異（直径比）」が、きわめて強力な効果を中央円の見えの大きさに及ぼしており、とくに、付加円と中央円の大さ（直径）が等しい場合にも「過小視」が多く認められ<sup>(2)</sup>、「対比効果」が有効に作用していると考えられた。また、付加円数を 2 個と 1 個とに変化させて、中央円をとり囲む布置を解除（周囲から中央円に対する牽引的な効果を減少）すると、中央円の錯視量は減少するけれども、基本的な変化の傾向に、付加円 4 個の典型的な Ebbinghaus 錯視の場合と異なるところはなかった。ここで、後述のごとく、付加円 2 個（図 1 C）は、Baldwin 錯視とも呼ばれており、付加円 1 個（図 1 D）が、純粹な「大きさの円対比錯視」と呼び得るものである。くわえて、各錯視図形の錯視量が、付加円数の増加（付加円による中央円のとり囲み）によって、錯視量の過大視化（過大視量の増加および過小視量の減少）にはならず、むしろ付加円の増加による「対比効果の加算」の傾向（後藤, 1982）を示していたことも、上述の「対比効果」の有効性を示唆している。

しかし、前報告（後藤, 1987）で「付加円と中央円の距離」を組織的に変化させて検討してみたところ、この刺激条件の錯視量への影響が認められた。すなわち、「両円間距離の増加に伴って錯視量が減少する」というこれまでの傾向（Girgus ら, 1972; Weintraub, 1979）とは異なる

(1) 図 1 A, B のような並置呈示で測定が行なわれた場合もある（八重島他, 1986）。

(2) この直径において、対比効果からは、錯視がほとんど生じないか、あるいは、付加円群の総面積と中央円との「大きさの対比」によって、過小視が予測される（後藤, 1980 a）。一方、同化効果からは、周囲の付加円群による牽引にもとづく「過大視」が予測される。

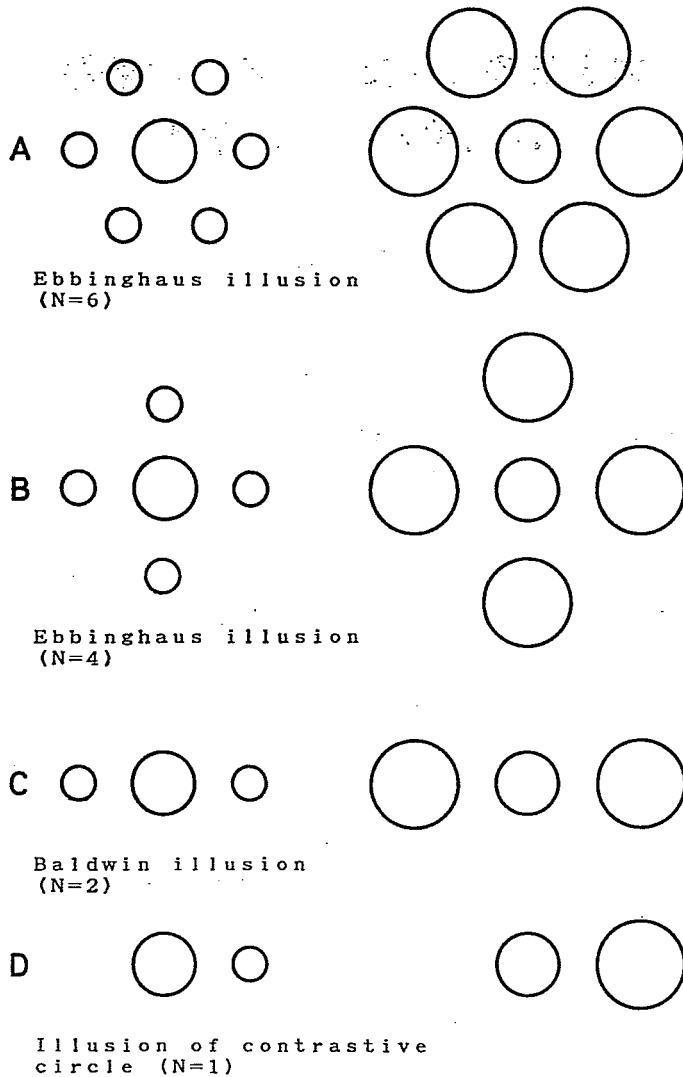


Fig. 1. Size illusions of contrastive circles (A and B:  
Ebbinghaus illusion, C: Baldwin illusion, D:  
Size illusion of contrastive circle).

り、付加円1個の「大きさの円対比錯視」では「過大視化」、付加円4個の Ebbinghaus 錯視では「過小視化（過大視量の減少と過小視量の増加）」が明瞭に示された。<sup>(3)</sup> 一方、付加円群が作る中央円のとり囲みを、Delboeuf 錯視（図8）の外円に対応させて、その仮想線分を付加円の外周（あるいは中心）とした場合（図9の挿入図を参照）には、Delboeuf 錯視（同化効果によ

(3) 付加円数2個の「Baldwin 錯視」については、付加円数1個の「大きさの円対比錯視」に近い傾向が得られた。

て成立)において見出されてきた錯視量の傾向(小笠原, 1952)が, 明らかな「過小視化」を示しており, Ebbinghaus 錯視(対比効果によって成立)の傾向との類似性も認められた。しかし, この点に関しては, 「対比効果の程度が両円間距離によって異なる」という説明も可能である。そこで, 本報告では, 上記の「同化(牽引)効果」と「対比効果」に両円間距離が及ぼす影響<sup>(4)</sup>について, 両円の交互作用がより強まると考えられる「前回の報告よりも短い両円間距離」を用いて再度検討することとした。

また, 刺激条件の効果を総合的に捉えるために, 今回も両円間距離に加えて, 「大きさの円対比錯視」の主要な刺激条件である「付加円と中央円の直径比」と「付加円数」とを変化させて, これらの諸刺激条件を組み合わせた場合の効果を調べてみた。

さて, 前回の報告では, 各実験セッションの準備が簡単で, 多くの刺激をくり返し能率的に呈示するのに適したパーソナルコンピュータを利用することによって, これまでに数多くの研究が行なわれてきている「多数回反復観察の効果」についても検討してみた。すなわち, 上記の「3刺激条件のすべての組み合わせ」について, 多数回(64回)の観察が1名の被験者に対して行なわれた。その結果, 錯視量が反復観察によって非常に特異な変化を示し, これまでの諸研究で一般的な「錯視量の消失あるいは減少」よりも, 両円間距離の効果として上述した「過大視化」が明瞭に見出された。しかも, この効果は, 付加円(SC)が中央円(CC)よりも大きい場合( $SC > CC$ )に顕著であり, 逆の場合( $SC < CC$ )にその効果が弱くなっていた。それゆえ, 付加円を伴う両中央円の並列配置(図1A, B)では, これらの効果が, 両円間の見かけの大きさの差異の減少(相対錯視量の低下)をもたらすと予想される。この傾向は, 付加円と中央円の直径が等しい場合( $SC = CC$ )にも同様に生じており, この条件での中央円の見えは, 最初の過小視(われわれがこれまでに見出してきた一般的な傾向であり, 対比効果による説明も可能)から, 過大視(両円間の牽引あるいは同化効果による説明に有利)へと移行していくのである。

以上の「過大視化」傾向は, Ebbinghaus 錯視に対する「1分ごとの観察のくり返し」によっても捉えられており(Girgus and Coren, 1982), この錯視の成立機構(同化・対比効果)提出の重要な背景とされている。また, 「反復観察効果が他の錯視図形にも移行する」という興味深い傾向が, Müller-Lyer 錯視とその変形図形を用いて確かめられている(Judd, 1902; Coren and Girgus, 1974)。

それゆえ, 本報告では, Ebbinghaus 錯視の「呈示条件」として, ①長期的・分散的な反復(実験I; 原則として1日に1回の観察を行ない, これを200回くり返す), および, ②短期的・集中的な反復(実験II; 1日に16回観察を継続的にくり返す)を行なって, これらの呈示条件の効果を再度検討してみる。今回も実験が長期間に及ぶことから, 被験者を少数(1名)にとどめ

(4) 前回の報告と同様に, 刺激の呈示をパーソナルコンピュータによるカラーディスプレイモニターで行なったので, 両円間距離を大きくすることには限界があった。

ざるを得なかったが、得られた結果の傾向については、この Ebbinghaus 錯視について、別の呈示条件を用いて得られた他の実験結果の傾向（大屋他，1987，1988）と比較してみる。

## 方 法

実験室：名古屋大学文学部心理学実験室（心理学特殊実験室）。

実験装置：本報告での実験は、図2に示されているように、パーソナルコンピュータ（NEC PC-9801 XA）を使用し、暗室の実験室内に、アングルフレームに黒ケント紙を貼り付けたフード（H；縦：85cm，横：95cm，奥行：115cm）を設置した。そして、このフードの正面に、座位で顔面をほぼ固定した被験者（S）の視線が、観察距離115cmで画面の中央に直角に位置するように、2台のカラーディスプレイモニタ（NEC N-5923）を40cm（中心間距離）離して水平に並べた。これらの画面の中央には、後述の標準刺激（SS）と比較刺激（CS）が、「SS：右，CS：左」および「SS：左，CS：右」の両空間順位で呈示される。被験者（実験者を兼ねる）は、2台のディスプレイを見ながら、手許の反応キーを操作した。

刺激図形：標準刺激と変化刺激は、2台のディスプレイの黒背景上に、白色光（0.42 cd/m<sup>2</sup>）で描かれている輪郭円（幅：0.5 mm）である。画面の中央に呈示される標準刺激の中央円の直径は、12.75mm（視角：38' 8"；輪郭線の外縁から外縁まで、以後も同じ）で一定にされており、周囲の付加円の直径を、6.38，12.75，25.50mm（付加円と中央円の直径比：1/2，1/1，2/1）の3種類に変化させる。つぎに、付加円数については、1個（中央円の右側方），2個（中央円の左右），4個（中央円の上下左右）の3種類とする（図1 D，C，B）。さらに、本報告では、中央円と付加円の間隔距離（輪郭線の外縁から外縁まで）を、0.75，5，10mmの3種類に変化させる。以上の3種類の刺激条件をすべて組み合わせると、標準刺激は、27種類（直径比：3×付加円数：3×両円間距離：3）となるが、これに、単円（直径：12.75mm）の統制図形が加えられるので、標準刺激は、合計28種類に及んだ。一方、変化刺激は、もう一台のディスプレイ画面に、標準刺激と同様な輪郭円として呈示され、直径10.50mm～15.00mmの範囲内で、定められたステップ（0.25mm）で拡大あるいは縮小するように調節された。

実験方法：極限法（完全上下法）。

実験手続：被験者は、室内灯（蛍光灯：150 lx）が点灯されている実験室で10分間実験の準備をした後、顔面固定器の前の椅子に着席して消灯し、10分間の暗順応後に実験を開始する。単円の統制図形が最初と最後に2回ずつ呈示され、その間に、27種類の標準刺激が、ランダムな順序で、変化刺激の系列が「下（SS<CS）-上（SS>CS）-上-下」あるいは「上-下-下-上」のどちらかで測定される。被験者は、両眼自由視で両刺激を比較観察し、標準刺激に比べて比較刺激の方が「大きい」・「等しい」・「小さい」の三件法で、定められた反応キーを押す。実験時間は、暗順応時間を含めておよそ1時間であった。

被験者：視力正常な心理学教官1名。

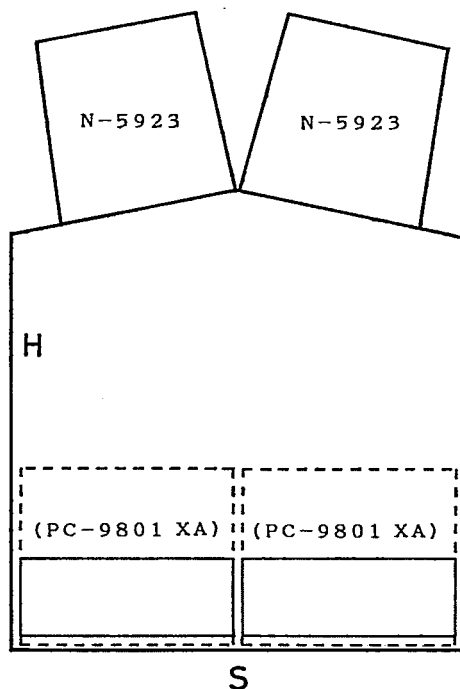


Fig. 2. Schematic diagram of experimental arrangement (S: subject ; H: hood; PC-9801XA: personal computer; N-5923: color-display-monitor).

## 実験報告

### 実験 I

目的：Ebbinghaus 錯視の成立に関して、「対比効果」と「同化(牽引)効果」の関連を検討するために、付加円と中央円の間隔距離を、両円の直径比および付加円数と組み合わせて変化させ、これらの刺激条件がどのように相互に作用しているかを調べる。また、本実験では、1名の被験者に実験を200回くり返し、上記の3種類の刺激条件の組み合わせのもとで、錯視量がどのような変化を示すかを検討してみる。

手続：『方法』において述べられているように、3種類の刺激条件と統制図形を組み合わせた合計31種類の刺激図形の呈示を1セッションとして、原則として1日1回(2日以内に必ず1回行なう)を条件に、このセッションを200回くり返した。1回目は、「標準刺激：左、変化刺激：右」の空間順位で、1987年5月25日に行なわれ、標準刺激が左-右-右-左-右-左-左-右の

空間順位で、1988年2月13日に200回目に到達した。

結果と考察：以下に、前述の3種類の刺激条件の各々について、それらの錯視量への影響を検討してみよう。

図3には、前回の実験結果と比較するために、1回目から50回目までのくり返し（前回は64回）の平均値を用いて、3種類の直径比（R； $R=1/2, 1/1, 2/1$ ）について、両円間距離（D； $D=0.75, 5, 10\text{mm}$ ）の増加に伴う錯視量の変化が、3種類の付加円数（N； $N=1, 2, 4$ ）別にプロットされている。それによれば、付加円数が4個の場合の傾向は、基本的には前回と同様であり、両円間距離の増加に伴って、明瞭な「過小視化」を示している。さらに、この「過小視化」傾向は、付加円数2個でも生じているが、その程度は、付加円数の減少（付加円による中央円のとり囲みの程度の減少）とともに小さくなっている。このように、付加円による中央円のとり囲みによって、Delboeuf 錯視の布置に近づく付加円数4個、とくに、両円の直径比1/2で、両円間距離の増加に伴って過大視量が顕著に減少していくことから、この Ebbinghaus 錯視が、Delboeuf 錯視で認められる「両円間の牽引効果」を受けているとも見なされ得る。しかし、今

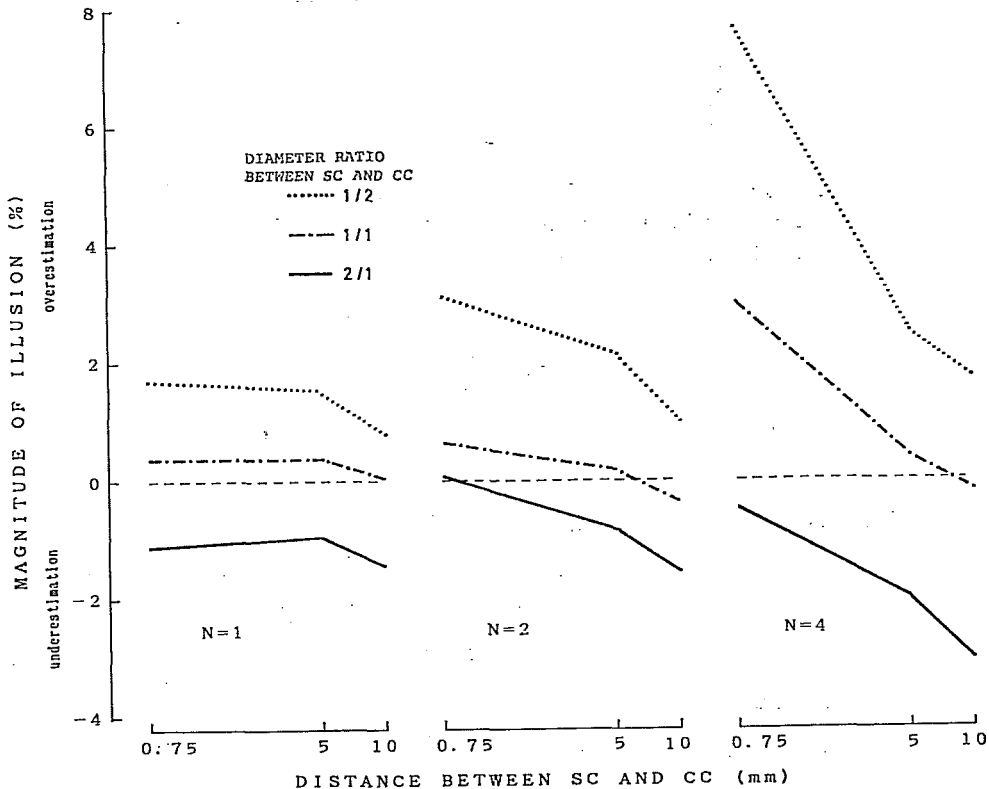


Fig. 3. Magnitude of illusion (averaged for first 50 trials) as a function of the distance between the SC and the CC under three kinds of diameter ratio between the SC and the CC using three kinds of the SC number.

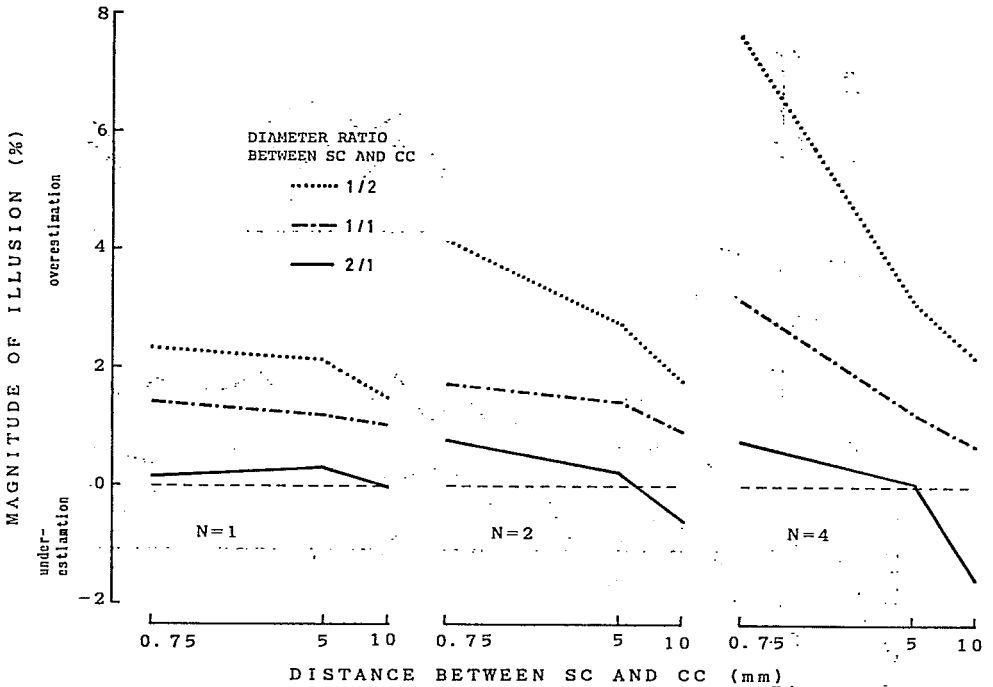


Fig. 4. Magnitude of illusion (averaged for whole 200 trials) as a function of the distance between the SC and the CC under three kinds of diameter ratio between the SC and the CC using three kinds of the SC number.

回の傾向からは、「付加円数1個と2個の場合の傾向が前回(過大視化)と異なっている」という問題点が生じている。くわえて、直径比による錯視量の差異がきわめて明瞭に示されており、この傾向は、Ebbinghaus 錯視における「対比効果」の強力な関与をうかがわせる。図4は、図3と同様な刺激条件について、反復回数200回の平均値を示したものであるが、両円間距離を中心とする各刺激条件の効果は、基本的には図3と異なるところはなかった。

ところで、図3と図4を比べてみると、直径比が1/2 (SC<CC)の錯視量の傾向には大きな違いはないが、他の直径比、とくに、2/1 (SC>CC)の錯視量が、図4で過大視化の方向に大きく変化していることが注目される。これは、反復観察によって錯視量が全体に「過大視化」したことを物語っている。図5は、3種類の直径比について、3種類の両円間距離を平均した錯視量が、200回を10回ごとに平均した20期(I~XX)の変化として、3種類の付加円数別に示されている。ここで、各直径比の平均錯視量は、反復観察に伴って変動を示しながら変化しているが、いずれも右上がりの明瞭な「過大視化」の傾向が認められる。この傾向は、直径比が大きくなるに従ってより顕著になり、前報告での傾向と全く同様に、明瞭な過小視を示していた直径比2/1さえも、50~60回の反復観察の間に過小視量がほぼ消失してしまうのである。しかし、直径比1/2と2/1の間の錯視量の差異(Ebbinghaus 錯視の両中央円間の見かけの大きさの差異である

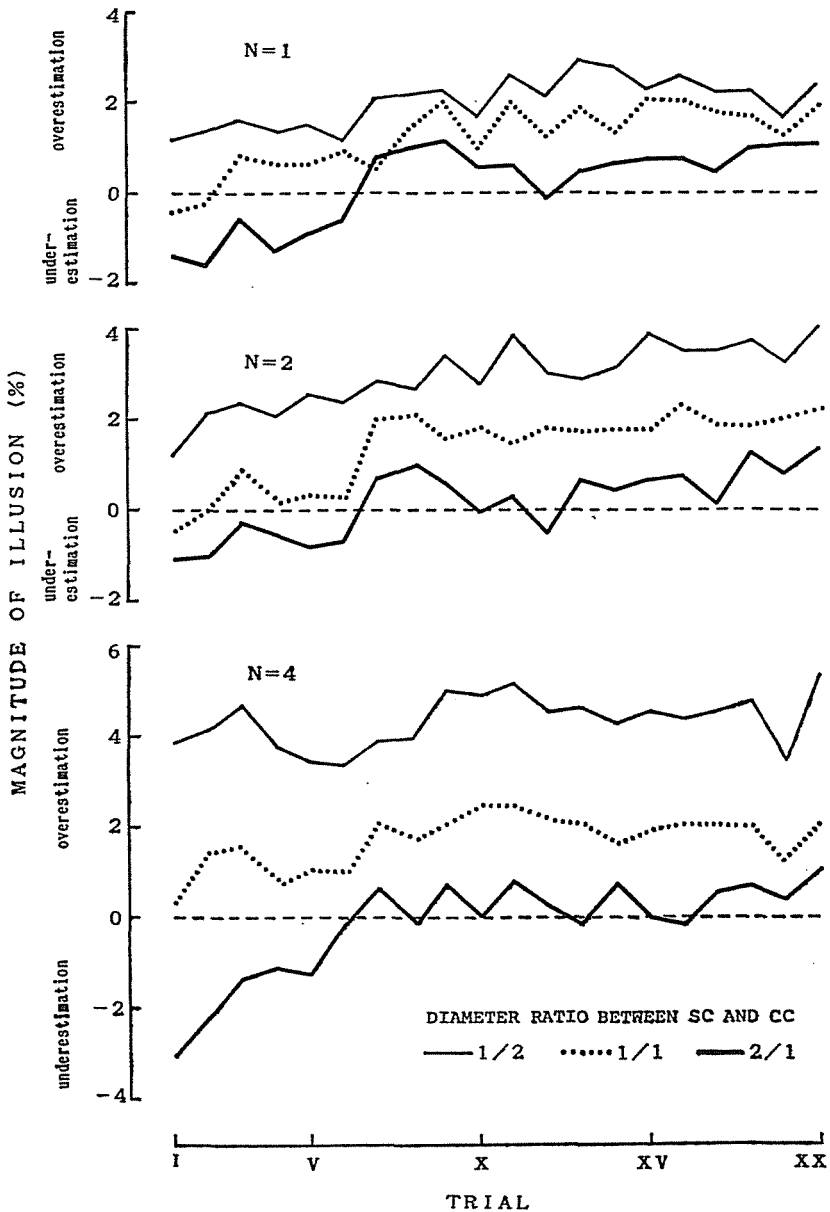


Fig. 5. Variation of the magnitude of illusion (averaged for every 10 trials in 200 trials and for three kinds of distance between the SC and the CC) as a function of trial (term with 10 trials) under three kinds of diameter ratio between the SC and the CC using three kinds of the SC number.



“相対錯視量”に相当する)は、最後まで明確に生じており、各錯視量が急激に過大視化する最初の30回で、両錯視量の差異は減少するが、それ以降は、この相対錯視量にほとんど違いはない。

このように、各錯視量は、最初の50回までで急速に過大視化(相対錯視量の減少)を示し、それ以後は、この過大視化の程度が緩やかになり、相対錯視量がほぼ同様な水準を維持するのである。前回は、1日1セッションを原則としたが、最低4時間の間隔を置くことにして、1日に2回(最高3回)のセッションを行なったので、比較的短期間(35日)で64回を終了した。一方、今回は、およそ2倍の日数(65日)を要しているけれども、ほぼ同様な反復回数で、前回ときわめて類似した傾向が得られている。前回の実験からおよそ2年半後に行なわれた今回の実験においても、前回の効果がこの間に消滅し、しかも、錯視量およびその変化の傾向がほぼ一致していたことは、この被験者の反復観察の固定した傾向をうかがわせる。

しかし、今回は、統制図形(単円)の見えの大きさ(主観的等価値:PSE)に関して、最初の10回(I)と最後の10回(XX)の平均値(I:12.78mm;XX:12.60mm)の間に有意差があった( $t_{18}=3.792$ ,  $p<0.01$ )。これは、各刺激条件での錯視量を1.5%近く過大視方向へ変化(過大視化)させる原因となっているが、図5に示されているように、各錯視量は、その2倍以上過大視方向へ上昇している。それゆえ、反復観察に伴う錯視量は、単円の大きさの見え(過小視化)とは異なる方向に変化していると見なされ得る。

つぎでは、この反復効果をより速成的に得るために、反復の周期を縮めて、1日(24時間)の集中的な反復観察を試みしてみる。

## 実験Ⅱ

目的:本実験では、前実験と同様な刺激条件と手続で、1日に16回の実験セッションを継続的にくり返し、3種類の刺激条件の組み合わせのもとで、錯視量がどのような変化を示すかを調べてみる。

手続:前実験とほぼ同様であるが、今回は、1時間30分を1セッションとする16セッションに24時間を分け、各セッションの前段の1時間で測定を行ない、残りの30分を休息とつぎのセッションの準備等に当てた。本実験は、前実験の終了から1ヶ月を経た3月29日~30日にわたって実施された。

結果と考察:図6には、1回から16回までのくり返しの平均値を用いて、3種類の直径比について、両円間距離の変化に伴う錯視量の変化が、3種類の付加円数別にプロットされている。それによれば、基本的な各カーブの傾向は、200回の反復について示されている図4とほとんど異なるところはなかった。すなわち、付加円数1個( $N=1$ ;純粋な大きさの円対比錯視)では、両円間距離の効果が認められないが、付加円数の増加に伴って、この距離の効果がより明瞭になり、

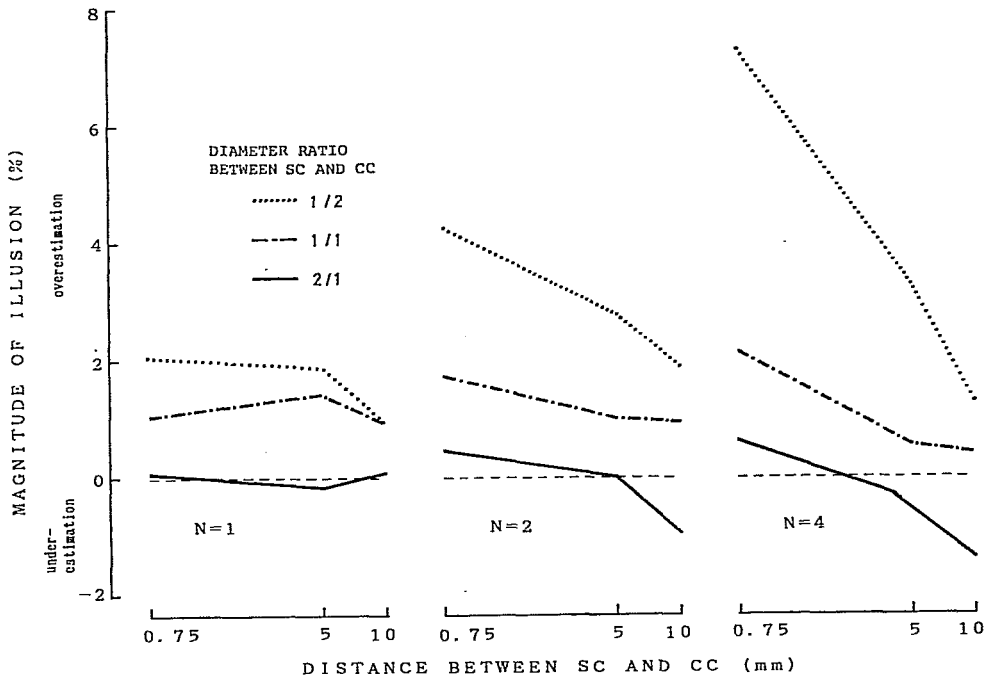


Fig. 6. Magnitude of illusion (averaged for 16 trials in a day) as a function of the distance between the SC and the CC under three kinds of diameter ratio between the SC and the CC using three kinds of the SC number.

付加円による中央円のとり囲みが完成する4個(N=4; Ebbinghaus 錯視)では、両円間距離の変化に伴う錯視量の減少(過小視化)が顕著である。とくに、付加円の方が中央円よりも小さい直径比1/2で、過大視量の大きな減少が目立っている。それゆえ、本実験のような集中的な反復観察においても、より間隔を開けて多数回(200回)行なわれた反復観察の場合と同様に、この錯視での両円間距離の効果(両円間の牽引作用)が認められた。

さて、今回の24時間にわたる反復観察によって、錯視量は、どのような変化を示したのであろうか。図7には、3種類の直径比について、3種類の両円間距離の平均値が、16回を2回(両空間順位)ごとに平均した8期(I~VIII)の変化として、3種類の付加円数別に示されている。ここでも、I~VII期にわたって、各直径比で変動を示しながらも、錯視量は、右上がりの「過大視化」を示している。しかし、この上昇傾向は、最終のVIII期には一転して下降しており、これは、この期が24時間連続実験の最後の2セッションであったことによる「疲労」、あるいは、「これが最後だ」という「終末効果」によるものと思われる。前実験でこのような効果が見出されなかったのは、反復回数を200回以上行なうことを計画していたために、200回を過ぎて10回以上反復を続けたことによるとも考えられる。また、本実験においては、前半8回と後半8回の統制図形の主観的等価値(前半:12.68mm;後半:12.60mm)に有意差はなく( $t_{14}=1.064$ ,  $p>0.05$ ),

反復回数に伴って統制図形(単円)の過小視化が生じていないことが認められる。

このように、より集中的な短期反復観察によっても、錯視量は、一貫して「過大視化」の傾向を示し、しかも、その傾向が各直径比に共通して生じていることが注目される。これは、反復観察が直径比の異なる各円対比錯視図形に、一定の「見方(過大視)」を累積させていくことを示しており、この反復効果の基準の上に通常の錯視が生じていると見なされ得る。

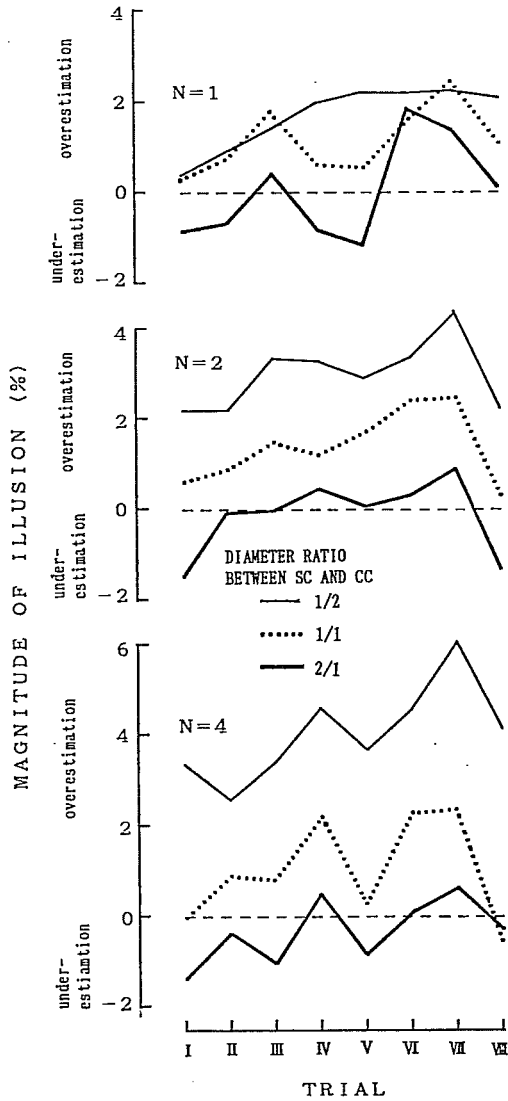


Fig. 7. Variation of the magnitude of illusion (averaged for 2 trials in 16 trials and for three kinds of distance between the SC and the CC) as a function of trial under three kinds of diameter ratio between the SC and the CC using three kinds of the SC number.

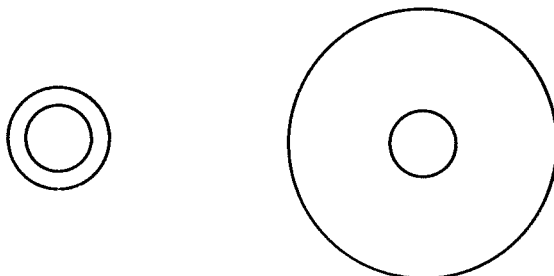
## 討 論

本報告では、長期・分散と短期・集中の2種類の反復観察を行ない、大きさの円対比錯視に対して、3種類の刺激条件（付加円と中央円の直径比，付加円数，それに，両円間距離）をそれぞれ組み合わせて変化させ、われわれのこれまでの研究で「大きさの対比判断」が有力な成立要因とされてきている Ebbinghaus 錯視に、「付加円と中央円の間牽引的な相互作用」がどのように働いているかを調べてみた。くわえて、前回の報告で反復観察によって特異な錯視量の「過大視化」を示した1名の被験者に、今回は、①回数が多く、しかも、長期間（265日）におよぶ実験Ⅰ（従来の反復観察の研究ではとり上げられてこなかった条件）と、②観察間隔が短かく、しかも、24時間継続して行なわなければならない短期間（1日）の実験Ⅱ（24時間継続という点を除いて、従来の諸研究でも一般的に用いられてきている条件）とを試み、反復回数に伴って錯視量がどのような変化を示すかを再度検討してみた。

## 1. 大きさの円対比錯視における対比効果と同化（牽引）効果の検討：

まず、この錯視の基本的な刺激条件である「付加円と中央円の直径比の効果」については、すべての付加円数および両円間距離において、「より小さい付加円にとり囲まれている中央円が過大視され、より大きい付加円にとり囲まれている同大の中央円が過小視されて、前者が後者よりも明らかに大きく見える」という「大きさの対比」が明瞭に示されていた（図3，4，6，10，12A，E）。このような Ebbinghaus 錯視の見えは、以下の「相対錯視量にもとづく見え」とは原因が異なる場合が生じ得る。すなわち、より大きい同心円（外円）によって中央円の過大視が生じている Delboeuf 錯視（同化・対比錯視）においても、両中央円の過大視量が異なれば、「並置されている同大の両円の大きさが異なって知覚される」のである（図8）。

つぎに、付加円数の効果については、上述の直径比と後述の両円間距離の両効果が、付加円数の増加に伴ってより明瞭に示されており（対比効果の加算とも考えられる）、この点に関しては、前回の報告での結果の傾向と同様であった。すなわち、錯視量は小さくなるが、付加円数1個においても、両円の直径比の効果が明らかに生じており、付加円による中央円のとりの囲み（Delboeuf 錯視布置）が、この種の「大きさの円対比錯視」に不可欠の条件ではないことを物語っている。われわれは、これまで Massaro and Anderson (1971) にならって、各図形を Ebbinghaus 錯視の変形としてとり扱ってきたが、典型的な Ebbinghaus 錯視（図1A）と同様に、付加円による中央円のとりの囲みを完成させているのは、付加円数4個の図形（図1B）のみである。一方、付加円数2個の図形（図1C）は、Baldwin 錯視と呼ばれてきている図形配置と同様であるので、今後は、この付加円数の図形を、Ebbinghaus 錯視とは別の錯視としてとり扱うことにしたい。くわえて、付加円数1個の図形（図1D）は、大きさの異なる2円の並置であり、これ



Delboeuf illusion

Fig. 8. Delboeuf illusion with two kinds of outer circle. The apparent size difference between two center circles is generated by the different magnitudes of overestimation between these two center circles under the effects of two outer circles with different diameters.

までに、付加円の配置関係（中央円の上・下・左・右）の効果が検討されてきている（後藤，1980b）。この図形は、前述のごとく、純粋な「大きさの円対比錯視」と呼び得るものであり、この錯視についても、上記の Baldwin 錯視とともに、Ebbinghaus 錯視との関連を考慮しつつ、独立した錯視としてとり扱って行きたいと考えている。

さて、今回検討の対象とした「両円間距離の効果」については、図 3，4，6 に示されているように、両円間距離の増加に伴う右下がりの「過大視量の減少」と「過小視量の増加」（過小視化）が各直径比で認められ、この傾向は、付加円数 4 個の Ebbinghaus 錯視でもっとも顕著であった。しかも、この傾向は、後述の反復観察の回数（時期）にかかわらず生じており、図 3 と図 4 には、最初の 50 回と 200 回全部の平均錯視量の結果が示されているが、直径比 1/1 (SC=CC) と 2/1 (SC>CC) での明白な過大視化にもかかわらず、全体的な傾向は、相互にきわめて類似していた。

Girgus ら (1972) や Weintraub (1979) は、両円間距離の増加に伴う中央円の過大視量の減少を見出し、この傾向から、Delboeuf 錯視と Ebbinghaus 錯視の類似性を主張している。そこで、今回も、両錯視を錯視量の変化によって比較するために、Delboeuf 錯視の代表的な研究として、小笠原 (1952) の実験をとり上げてみた。今回は、「両円間距離」に相当する「内外円間距離」を、前回の報告で試みられた 3 種類の距離の内、大山・吉田 (1962) の結果と同様に、実測値の変化の傾向にもっとも類似していた「中央円と付加円の外周との距離」について、Delboeuf 錯視の錯視量（統制円の PSE を基準値とする百分比）を求めてみた。図 9 は、図 3，4，6 と同じ形式で、付加円数 4 個と対応させて示したものである。それによれば、錯視量の変化の傾向は、Delboeuf 錯視の特徴である「内外円の直径比の変化に伴って、内円の見えの大きさが変化し、直径比 2/3 で過大視（同化効果）の極大値が生じ、直径比 1/5~1/6 で過小視（対比効果）

に転ずる」を反映して、明瞭な「過小視化(過大視量の減少)」を示し、しかも、各直径比による錯視量の大きな差異が生じている。このような錯視量の傾向は、図3、4、6に示されている Ebbinghaus 錯視(N=4)の傾向と類似しており、両錯視が共通して両円間距離の影響を受けていることをうかがわせる。そのために、外円の直径を Ebbinghaus 錯視の付加円の外周に相当するように配置した Delboeuf 錯視においても、図8に示されているように、並置された両中央円の間の見かけの大きさを比較する場合、「両円は共に過大視されているが、その程度が異なるために、両円の大きさが異なって見える」ということになる。

Ebbinghaus 錯視におけるこのような両円間距離の効果に対しては、Weintraub(1979)の「両円輪郭線間の牽引」による説明も可能である。しかし、両円の輪郭線間の牽引は、両円がより近くで直接に相対する「内側の円間距離<sup>(5)</sup>」の方がより強い影響をもたらすと考えられる。くわえ

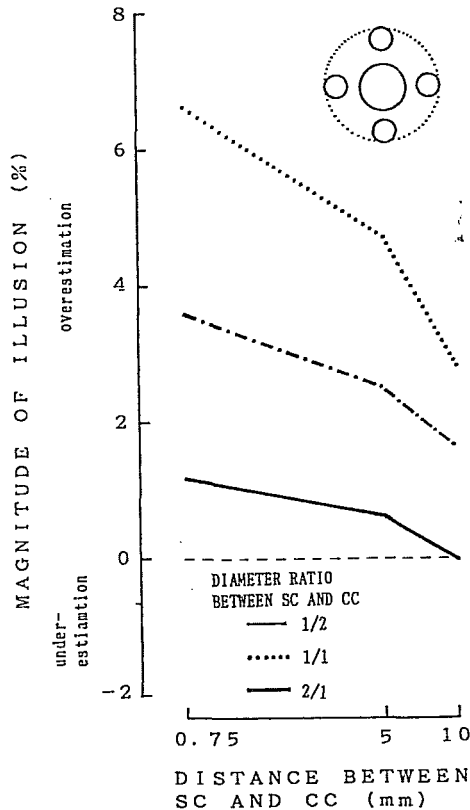


Fig. 9. Magnitude of illusion based on the results of Ogasawara's experiment as a function of distance between the SC and the CC under three kinds of diameter ratio between the SC and the CC using assumed-outer-circle (dotted line) of Delboeuf illusion.

(5) 両円の直径比にかかわらず、この距離は一定であるので、直径比の変化による効果を問題にできない。

て、反復観察の前期では、より大きい付加円にとり囲まれている中央円が明らかに過小視されており、「両円輪郭線間の牽引」を Ebbinghaus 錯視の主要な要因とするには、やはり問題があるように思われる。

それゆえ、この Ebbinghaus 錯視には、「大きさの対比効果」が決定的な役割を果していることは明らかである。そして、この効果に、「両円間の輪郭線の牽引」にもとづく「中央円の過大視をもたらす効果」が加わっており、その程度が、両円間距離の増加に伴って減少していくと考えられる。この減少の様相は、大きさの対比が生じないとされる「両円の直径比が等しい場合 ( $SC=CC$ )」の錯視量の変化に代表されるものであるが、付加円の直径の差異に伴う図形配置上の変化から、この距離の効果が各直径比で異なり、付加円のほうがより小さい場合 ( $SC<CC$ ) にもっとも大きくなると見なされ得る。

## 2. 反復観察に伴う錯視量の変化について：

幾何学的錯視の反復観察に伴う錯視量の減少は、古くから多くの研究によって確認されてきている (Judd, 1902; Lewis, 1908; Köhler and Fishback, 1950 a, b)。これらの研究は、幾何学的錯視としてもっとも有名な Müller-Lyer 錯視を用いて検討されてきたものであり、反復回数をはじめとする呈示条件が各研究で異なっているが、その際の錯視量の減少は非常に大きなものであり、逆錯視の発生も報告されている (Judd, 1902; Köhler and Fishback, 1950 a, b)。それに対して、本報告での傾向は、200回反復の長期間・分散(実験Ⅰ)と24時間16回反復の短期間・集中(実験Ⅱ)のいずれの呈示条件においても、反復回数に伴って、右上がりの「過大視化」(過大視量の増加と過小視量の減少)が生じていた。この傾向は、すべての付加円数(3種類の錯視図形)において、錯視量の大小にかかわらず共通して認められた。そこで、この変化をより全体的に捉えるために、200回を50回ごとに4期(I~Ⅳ)に分けて、各期の平均錯視量(3種類の両円間距離の平均)を比較してみた。図10に示されているように、付加円と中央円の直径比1/2と1/1では、緩やかな過大視の漸増を示しているのに対して、直径比2/1では、最初のⅠ期(1~50回)で、急激に過小視量の減少していることが目立っている。この「過大視化」傾向は、前回の報告でも見出されていたが、本報告の刺激呈示条件のもとでも完全に再確認された。今回の実験でも、統制図形(単円)の見かけの大きさには、一貫した効果が見出されなかったことから、「円の大きさの判断」そのものには、反復観察の影響が少ないといえそうである。それゆえ、この明らかな「過大視化傾向」は、「反復観察に伴って、錯視図形に対する見方の変化が生じ、付加円の内側面により注意が集中され、中央円との交互作用(牽引)による中央円の過大視化が、とくに、反復の初期で顕著に進行した」とも見なされ得る。

ところで、われわれは、前回と今回の報告における各実験の間(1986年6月2日~9月16日)に、いま一つの「Ebbinghaus 錯視の反復観察実験」を行なっていた。すなわち、本報告の両実

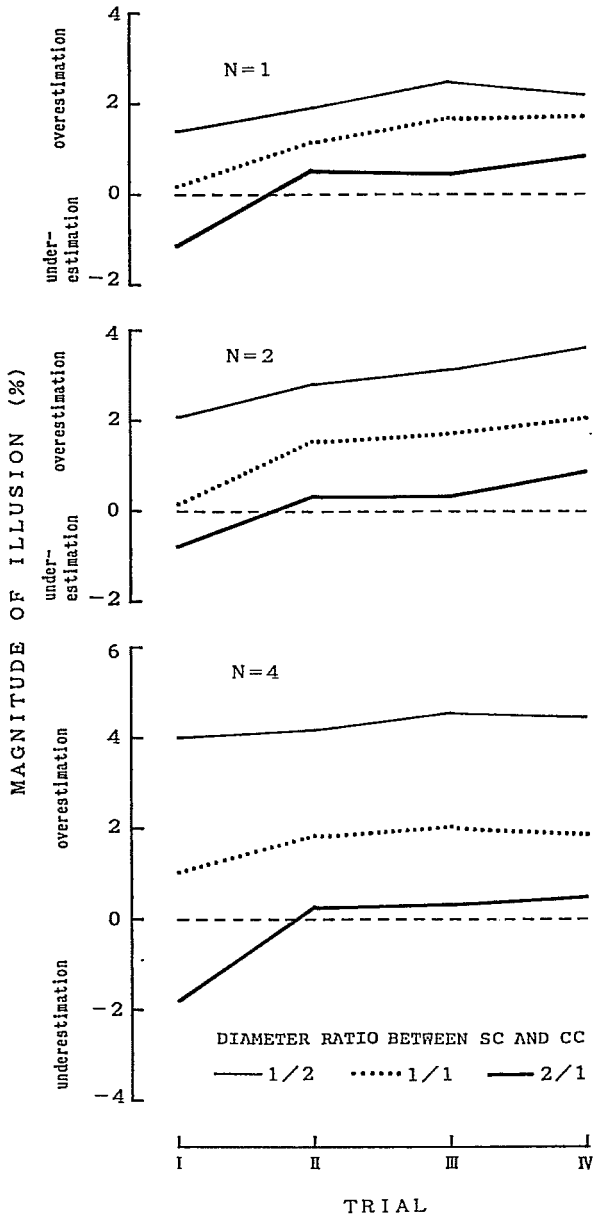


Fig. 10. Variation of the magnitude of illusion (averaged for every 50 trials in 200 trials and for three kinds of distance between the SC and the CC) as a function of trial (term with 50 trials) under three kinds of diameter ratio between the SC and the CC using three kinds of the SC number.



験の被験者は、原則として1日に1回、紙に印刷された Ebbinghaus 錯視(図1A)およびその変形図形を、恒常法によって100回反復観察した。この実験は、「ブックレット法」と呼ばれており、多様な刺激条件の変化にもとづく多数の刺激図形を、より自由度の大きい呈示条件のもとで多人数に多数回観察を行なわせ、個人差をとり込みながら「付加図形の形態の効果」を探るために企図されたものであった(大屋他, 1987, 1988)。図11には、付加図形が全円の場合(典型的な Ebbinghaus 錯視)について、100回を25回ごとの4期(I~IV)に分けて、各期の総反応数(25個)から求められた錯視量が示されている。それによれば、両円の直径比が1/2と1/1では、実験IとIIで得られた傾向とは反対に、最初の25回と50回の間で過大視量が減少しており、その後の変化が少なくなっている。一方、両円の直径比2/1においては、最初の急激な過大視化は生じていないが、その後は過小視量が減少(過大視化)しており、全体的な傾向としては、「反復観察に伴う相対錯視量の減少」が見出される。このように、同じ系列の錯視図形においても、刺激図形の形態や実験方法等の呈示条件が異なれば、反復観察に伴う錯視量の変化の傾向は、著しい差異を示している。

このブックレット法は、上記の被験者の自宅で毎日ほぼ同時刻(深夜)に15分ほどで行なわれた「きわめて緩やかな呈示条件下での実験」であった。しかし、図12に示されているように、付加円と中央円の直径比にもとづく錯視量の変化には、これまでに得られてきた傾向と大きく異なるところはなかった。すなわち、本報告の実験Iでの最初の10回の反復の平均値(A)とブックレット法による100回の反復(恒常法)にもとづく錯視量(E)とは、直径比1/2( $SC < CC$ )で明らかな過大視が生じ、1/1( $SC = CC$ )で錯視量がほぼ消失し、2/1( $SC > CC$ )で明らかな過小視に転じている。これは、明瞭な「大きさの対比」を示しており、大きく異なる呈示条件にもかかわらず、両錯視量の変化にほとんど違いが生じていない。それゆえ、他の反復回数(C、D)に認められる「反復観察にもとづく錯視量の過大視化」は、Ebbinghaus 錯視に特徴的なものではなく、『方法』において述べられているような「より厳密な」呈示条件のもとで測定が行なわれたことによるものとも考えられる。この点に関しては、今後検討の余地が残されている。

ところで、幾何学的錯視に対して、「遠近画法の解説」を基礎とする総合的な説明を試みている Gillam (1980)は、彼女の「機能説」の有効性を主張するための重要な背景として、「反復呈示による錯視量の消失」をとり上げている。この印象的な「錯視量の消失」を認めている初期の研究(Judd, 1902; Lewis, 1908; Köhler and Fishback, 1950 a, b)においても、反復回数をはじめとする呈示条件が大きく異なっており、また、個体差も見出されている。さらに、1000回におよぶ反復観察においても、「錯視量の消失」が生じない場合(Dewar, 1967)も報告されている。しかし、「単純な呈示条件で反復観察を短期間くり返す」という共通した実験設定のもとでは、錯視量が明らかに減少しており、そこでは、この減少(消失)の説明として、「解釈」

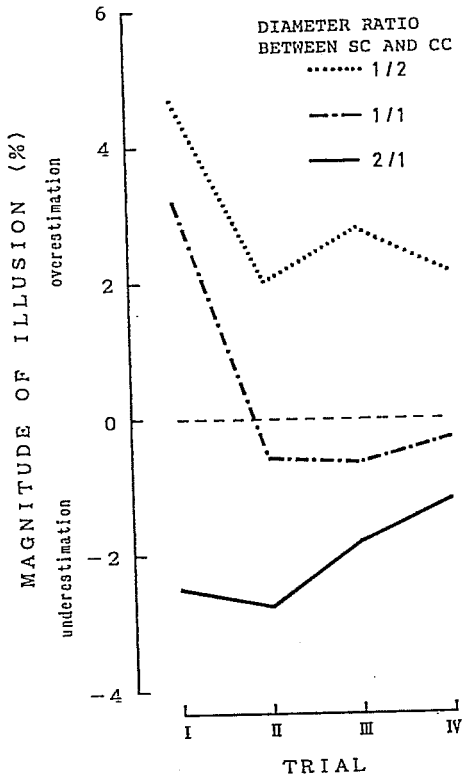


Fig. 11. Variation of the magnitude of Ebbinghaus illusion ( $N=6$ ) constructed by every 25 trials in 100 trials using constant method as a function of the trial (term with 25 trials) under three kinds of diameter ratio between the SC and the CC.

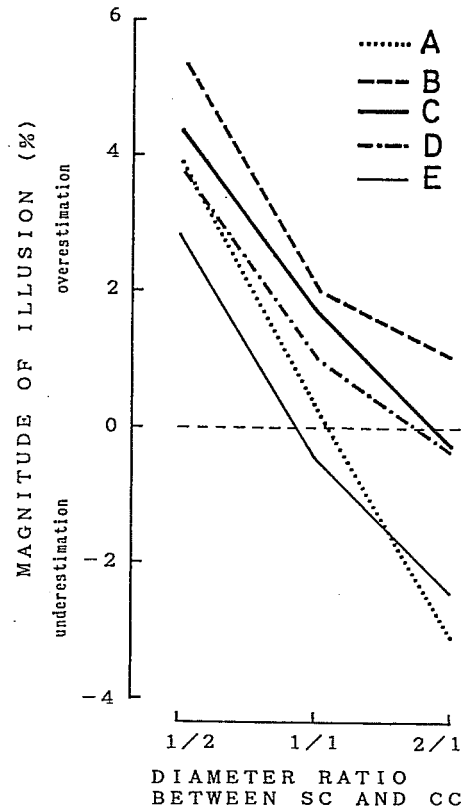


Fig. 12. Magnitude of illusion as a function of diameter ratio between the SC and the CC under five kinds of stimulus presenting condition (A: averaged for first ten trials in 200 trials in Exp. 1; B: averaged for last ten trials in 200 trials; C: averaged for whole 200 trials; D: averaged for 16 trials in Exp. 2; E: constructed by 100 trials with constant method).

(Judd, 1902), 「図形把握」(Lewis, 1908), それに, 「飽和」(Köhler and Fishback, 1950 a, b) といった「分析的・抑制的作用」が提出されてきている。

しかし, 本報告では, 以上とは異なる呈示条件のもとではあるが, 錯視量の増加と減少をもたらす「過大視化」が示されており, この現象に対しては, 従来とは別の観点(統合的・促進的作用)からの考察も必要となろう。くわえて, ブックレット法によって見出された従来からの「反復観察に伴う錯視量の減少」についても, 上記の傾向との関係を整理していく作業が残されている。このような「反復観察の効果」は, 幾何学的錯視の成立に直接にかかわる要因ではないにし

ても、各錯視に働いている「錯視発生の機構」の調整を行なっていると考えられ、機構解明への重要な手がかりと見なされ得る。それゆえ、今後は、様々な幾何学的錯視に共通する成立機構を総合的に追究する中で、呈示条件の違いや個体差との関連に注意しつつ、この効果の検討をさらに進めて行くことを計画している。

## 付 記

- 1) 本報告の一部は、昭和63年度科学研究費(一般研究C;代表者:後藤倬男,分担者:甲村和三・大屋和夫;課題番号:63510050)の補助を受けて行なわれた。
- 2) ブックレット法による錯視研究にも上記の補助が得られ、この研究は、錯視研究グループ(後藤倬男・甲村和三・寺本一美・大屋和夫・丸山規明・久世淳子・高橋晋也)の共同研究として、現在進行している。
- 3) 本報告での実験資料の作成および解析には、名古屋大学大型計算機センターを利用した。

## 文 献

- 1) Coren, S. and Girgus, J.S. Transfer of illusion decrement as a function of perceived similarity. *J. exp. Psychol.*, 1974, 102, 881-887.
- 2) Dewar, R.E. The effect of angle between the oblique lines on the decrement of the Müller-Lyer illusion with extended practice. *Percept. Psychophysics*, 1967, 2, 426-428.
- 3) Gillam, B. Geometrical illusions. *Scientific American*, 1980, 242, 86-95.
- 4) Girgus, J. S. and Coren, S. Assimilation and contrast illusions: Differences in prasticity. *Percept. Psychophysics*, 1982, 32, 555-561.
- 5) Girgus, J. S., Coren, S., and Agdern, M. The interrelationship between the Ebbinghaus and Delboeuf illusions. *J. exp. Psychol.*, 1972, 95, 453-455.
- 6) 後藤倬男 大きさの円対比錯視に関する実験的研究(I) —主要円と付加円間の明度差および色相差の効果について— 名大教養部紀要, 1978, 22, 89-103.
- 7) 後藤倬男 大きさの円対比錯視に関する実験的研究(II) —円・円環・扇形等の付加図形の総面積の効果について— 名大教養部紀要, 1980a, 24, 77-92.
- 8) 後藤倬男 大きさの円対比錯視に関する実験的研究(III) —付加円と主要円の直径比および付加円の数の効果について— 名大教養部紀要, 1980b, 25, 63-74.
- 9) 後藤倬男 視覚的対比現象に関する実験的研究 光洋社, 1981.
- 10) 後藤倬男 大きさの円対比錯視に関する実験的研究 日本心理学会第46回大会予稿集, 1982, p.91.
- 11) 後藤倬男 大きさの円対比錯視(Ebbinghaus 錯視)に関する実験的研究(IV) —付加円と中央円の直径比・付加円数・両円間距離等の刺激条件および観察回数の効果について— 名大文学部論集, 1987, XCIX, 53-76.
- 12) 後藤倬男・八重島建二・鈴木正彌・長田雅喜・伊藤義美 大きさの円対比錯視(Ebbinghaus 錯視)の刺激条件についての一検討 —主要円と付加円の直径比の効果について— 名大教養部紀要, 1984, 28, 85-100.
- 13) Judd, C. H. Practice and its effects on the perception of illusions. *Psychol. Rev.*, 1902, 9, 27-39.
- 14) Köhler, W. and Fishback, J. The destruction of the Müller-Lyer illusion in repeated trials.

- I An examination of the two theories. *J. exp. Psychol.*, 1950a, 40, 267-281.
- 15) Köhler, W. and Fishback, J. The destruction of the Müller-Lyer illusion in repeated trials.  
 II Satiation patterns and memory trace. *J. exp. Psychol.*, 1950b, 40, 398-410.
- 16) Lewis, E. O. The effect of practice on the perception of the Müller-Lyer illusion. *Brit. J. Psychol.*, 1908, 2, 294-306.
- 17) Massaro, D. W. and Anderson, N. H. Judgmental model of the Ebbinghaus illusion. *J. exp. Psychol.*, 1971, 89, 147-151.
- 18) 小笠原慈瑛 同心円の偏位効果について 心研, 1952, 22, 224-234.
- 19) 大屋和夫・後藤倬男・甲村和三・寺本一美・丸山規明・久世淳子・高橋晋也 ブックレット法による幾何学的錯視の研究(1) —エビングハウス錯視における付加円弧図形の大きさと中心角の影響— 日本心理学会第51回大会発表論文集, 1987, p. 108.
- 20) 大屋和夫・後藤倬男・甲村和三・寺本一美・丸山規明・久世淳子・高橋晋也 ブックレット法による幾何学的錯視の研究(2) —エビングハウス錯視における個人差の問題— 日本心理学会第52回大会発表論文集, 1988, p. 549.
- 21) 大山 正・吉田喜久子 附加円錯視の規定要因の分析 日本心理学会第26回大会発表論文集, 1962, p. 38.
- 22) Weintraub, D. J. Ebbinghaus illusion: Context, contour, and age influence the judged size of a circular amidst circles. *J. exp. Psychol. Human Percept. Perform.*, 1979, 5, 353-364.
- 23) 八重島建二・鈴木正彌・長田雅喜・齋藤洋典・伊藤義美・後藤倬男 大きさの円対比錯視 (Ebbinghaus 錯視) の刺激条件についての一考察 —並置呈示の場合と単独呈示の場合の錯視量の比較— 名大教養部紀要, 1986, 30, 101-109.

## 要 約

## Experimental Study On The Conditions Of Stimulus Presentation In The Size Illusion Of Contrastive Circles

TAKUO GOTO and KAZUO OHYA

Department of Psychology, Faculty of Letters,  
Nagoya University

### SUMMARY

The purpose of this study is to verify the effects of the stimulus presentation in the size illusions of contrastive circles (Fig. 1). These effects are examined by using three kinds of stimulus-condition on the above size illusions and by using two kinds of trial-repetition.

Magnitude of illusion (MI) of a center circle (CC) was measured under the following three stimulus-conditions; they are, ① the distance (D) between surrounding circles (SCs) and the CC ( $D=0.75, 5, \text{ and } 10\text{mm}$ ), ② the diameter ratio (R;  $R=1/2, 1/1, \text{ and } 2/1$ ) of the SCs to the CC, and ③ the number (N;  $N=1, 2, \text{ and } 4$ ) of the SC. On the other hand, the variations of the MI were investigated by repeating the experimental session 200 times over an extended period of 265 days in Exp. I and 16 times a day in Exp. II using the same stimulus-conditions with one subject.

Two personal computers (NEC: PC-9801XA) were used for presenting many kinds of standard stimulus (SS) and comparison stimulus (CS) with the observation distance of 115cm, and also for controlling efficiently the responses of the subject (Fig. 2). The subject was instructed to compare the apparent size of the SS presented randomly at the center of one color-display-monitor (NEC: N-5923) and that of the CS (a single circle) presented at the other display (NEC: N-5923). The spatial distribution of the SS to the CS was alternated in the order of L (SS: left, CS: right)—R (SS: right, CS: left)—R—L. The size of the CS was changed through the method of limits.

The results verified the effects of three stimulus-conditions on the MI and also the

ascending trends of the MI gained by repeating the experimental sessions with distributed (Exp. I) and concentrated (Exp. II) observations.

(1) The CC of the size illusion of contrastive circles was clearly overestimated under the  $R=1/2$  ( $SC < CC$ ) but clearly underestimated under the  $R=1/1$  ( $SC=CC$ ) and the  $R=2/1$  ( $SC > CC$ ) during the early stages of the repeated observation. This tendency was observed consistently using the combinations with other two stimulus-conditions (Figs. 3, 4, and 6).

The above tendency was enhanced as the number of the SC increased. However, surrounding the CC by the increased SCs was not necessary in the size illusion of contrastive circles, because the contrastive change in the apparent size of the CC was verified in the case of the  $N=1$  ("pure" size illusion of contrastive circle) and the  $N=2$  (Baldwin illusion), in which the SCs do not surround the CC (Figs. 1 C and D).

In spite of the comparatively limited range of figure presentation inside the display, the consistent variation of the MI was gained as a function of the distance between the SCs and the CC (Figs. 3, 4, and 6). With four SCs (Ebbinghaus illusion), the magnitude of overestimation of the CC decreased clearly as the distance between the SCs and the CC enlarged with the  $R=1/2$  ( $SC < CC$ ) and the  $R=1/1$  ( $SC=CC$ ). In this case, the magnitude of overestimation decreased and that of the underestimation increased moderately in the above condition with the  $R=2/1$  ( $SC > CC$ ).

The MI variations caused by the differences of the above distance between the SCs and the CC were compared with those of the Delboeuf illusion (Fig. 8) studied by Ogasawara (1952) in regard to the distance between the circumference of the CC and the outer circumference of the SCs. Since the patterns of the MI variations in the Delboeuf illusion were similar to those estimated by Ogasawara's results (Fig. 9), it may be concluded that the Ebbinghaus illusion was due to the "contrastive judgment" under the effect of the cohesive interaction (assimilation) between the SCs and the CC.

(2) In the repeated observations in Exps. I and II, the MIs under all three kinds of stimulus-condition tend to show "an ascending trait (shift to overestimation)" in the process of the repetition. As shown in Figs. 5, 7, and 10, the magnitudes of overestimation under the  $R=1/2$  increased as a function of the repetition (trial). Contrarily, the magnitudes of underestimation under the  $R=1/1$  and the  $R=2/1$  decreased as a function of the repetition. Consequently, the MIs of these Rs turned to overestimation

[ at the early stage (50~60 trials) of 200 trials. This ascending trait is observed most significantly in the  $R=2/1$ .

Hence, the relative MI of the Ebbinghaus illusion, which was defined as the difference between the MI with the  $R=1/2$  and that with the  $R=2/1$ , decreased a little as a function of the repetition. This decrease of the relative MI coincided with the results of the studies conducted on the effect of repeated observation using the geometrical illusion (Judd, 1902; Lewis, 1908; Köhler and Fishback, 1950a, b; Dewar, 1976; Coren and Girgus, 1974; Girgus and Coren, 1982).

However, the above-mentioned decrease was comparatively small in our experiments (Figs. 5, 7, and 10). Consequently, it is necessary to examine these effects of the repeated observations in relation to the mechanisms of the geometrical illusions. In addition, the ascending trend of the MI was not consistently represented by the other observation-condition in which printed figures of Ebbinghaus illusions (booklet method) were observed repeatedly (100 trials) with the constant method. The variations of the MI as a function of the repetition with the booklet method differed greatly from those with the experiments in the present study by using personal computers with the method of limits (Figs. 5, 7, 10, and 11). However, as shown in Fig. 12, the variations of the MI as a function of the diameter ratio under the computer-display (A) and the booklet (E) represent a typical trend of "size contrast" in spite of the difference between the above two kinds of stimulus presentation.

In conclusion, the ascending trait during the repeated observations is generated by the specific stimulus-presenting conditions using the size illusions of contrastive circles. Though the effect of the repeated observation does not relate directly to an essential factor of the geometrical illusions, it may be regarded as a kind of "controller" affecting greatly on the occurrence of the illusions.