

Baldwin錯視の刺激条件に関する一考察

後 藤 倬 男

問 題

「大きさ錯視 (Size illusions)」は、よく知られている「幾何学的錯視」の一部を構成しており、特殊な刺激配置によって、部分図形間の見かけの大きさが印象的に変化している図形である。それらの中には、これまでに筆者らによって検討が進められてきている「Ebbinghaus錯視 (図1)」(後藤, 1978, 1980a, b, 1982, 1987, 1990, 1991; 後藤・大屋, 1989; 後藤他, 1984; 八重島他, 1986)に加えて、刺激配置の類似した「Baldwin錯視 (図1)」が含まれ得る。このBaldwin錯視は、中央円(検査図形)の左右両側に付加円(誘導図形)が配置されているので、Ebbinghaus錯視の場合とは異なって、付加円が相互に重なり合うことなく、より広範囲に付加円の大きさを変化させることができる。そして、両円間の大きさの差異(直径比)は、この種の「大きさ錯視」の主要な成立要因である「大きさの対比効果」の検討に重要な刺激条件と考えられる。

ところで、この「大きさの対比効果」が作用する範囲(両円の直径比の限界)については、これまでに明確な傾向が得られてきていないように思われる。従来の研究で検討されてきた「直径比の組織的な変化に伴う錯視量の変化」は、過大視と過小視の両極大値の間では、いわゆる線形の関係を示している。一方、この両極大値をもたらす直径比より離れた直径比での影響、とくに、過小視の極大値以上の直径比(中央円<付加円)での錯視量の変化は、この種の錯視への対比効果以外の要因との関連から問題とされ得る⁽¹⁾。この点に関しては、Ebbinghaus錯視においても一部調べられてきており、「過小視量の減少」が認められている。しかし、両円間の距離が小さい場合、上記のように直径比を大きくすると、付加円が相互に接触・交差してしまうという「刺激配置上の限界」から、重要な刺激条件である「両円の直径比」と「両円間の距離」を組み合わせた組織的な検討は、ほとんど行なわれてきていないのが現状である。そこで、上記のような刺激配置上の特徴をもつBaldwin錯視を用いて、この点を「大きな直径比の範囲」にわたって検討することが企図された(後藤・羽成, 1991)。本研究も、この試みの一環

(1) 中央円>付加円の刺激条件において、付加円が非常に小さくなる場合に過大視量が減少することは、この錯視の刺激配置の上からも十分に予測可能である。

として行なわれたものである。これまでのわれわれの研究では、1) 観察の集中的な繰り返しの効果、2) 直径比と両円間距離の効果、それに、3) 錯視量変化における被験者間の傾向差、などが検討された。しかし、得られた多数の被験者の錯視量は、総じて「過小視」の様相を呈しており、また、直径比や両円間距離の効果が被験者によって異なっていた。

そこで、本研究では、錯視の実験室的観察に知識と経験がほとんどない多数の被験者が、刺激図形の大きさの判定において示す「主観的等価値 (PSE) ⁽²⁾」に注目して、Baldwin錯視の中央・付加両円の直径比と両円間距離を相互に変化させ、各被験者がどのようにこの錯視を見ているのかを調べてみる。さらに、この錯視の主要な成立要因に関して、これまでの「大きさの対比効果」や「両円間の牽引効果」に加えて、その他の要因の関与の可能性についても考察してみる。

方 法

実験室・実験装置・実験方法・実験手続：本研究論集でのこれまでの報告（後藤・大屋，1989；後藤，1990）と同様である。

刺激図形：左右に並べられた2台のディスプレイモニタ（NEC N-5923）の黒背景上に、標準刺激（SS）と変化刺激（CS）が白色光（ 1.5cd/m^2 ）の輪郭図形（幅： 0.25mm ）として描かれている。左右いずれかの画面の中央に呈示されるSSの中央円の直径は、 12.75mm （視角： $39'$ ；観察距離： 115cm ）で一定にされている。そして、両側の2個の付加円（同大）と中央円との直径比は、 $1/4$ 、 $1/2$ 、 $1/1$ 、 $3/2$ 、 $2/1$ 、 $3/1$ 、 $4/1$ の7種類に変化し、一方、中央円と付加円との間隔距離（輪郭線の外縁から外縁まで）は、 5.3 、 10.6 、 21.3 、 42.5mm （視角： $16'$ 、 $32'$ 、 $1^\circ 4'$ 、 $2^\circ 7'$ ）の4種類に変化する。以上の大きさ比（7種類）と距離（4種類）を組み合わせると、本研究の刺激図形は28種類のSSとなるが、これに統制図形（直径 12.75mm の単円；最初と最後に2回ずつ呈示される）が加えられるので、用いられたSSは、合計29種類に及んだ。ところで、もう1台のディスプレイの中央には、CSがSSの中央円と同じ輪郭図形として呈示され、直径 10.50mm ～ 15.00mm の範囲内で、被験者の判定にしたがって、一定のステップ（ 0.25mm ）で拡大あるいは縮小するように調整された（完全上下法）。

被験者：視力正常な大学生25名（男子：7名，女子：18名）で、彼らは、この錯視を初めて実験室で組織的に観察した。

(2) これまでは、標準刺激（錯視図形）の錯視量が、統制図形とのPSEの差（%）で表されていたのに対して、今回は、統制図形と錯視図形との比較を行なうために、両図形のPSEそのものを検討の対象とした。

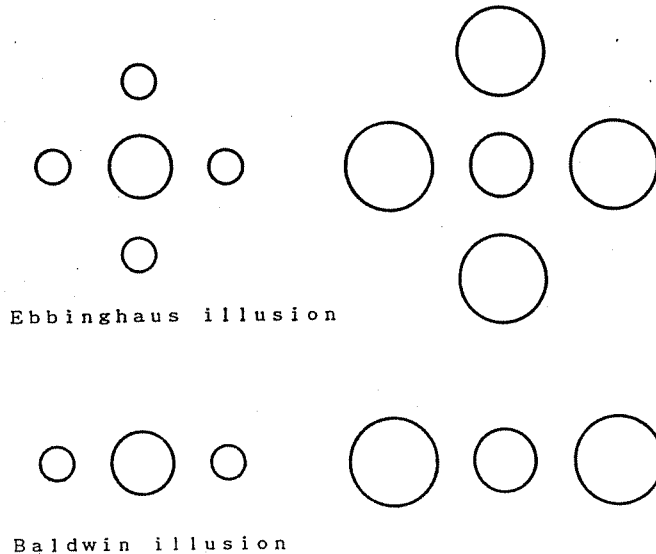


Fig. 1. Size illusions investigated in this study.

実 験

目的：Baldwin錯視の成立要因について検討するために、「付加円と中央円の直径比」と「両円間距離」を組み合わせる変化させ、これらの刺激条件が、この錯視の見えにどのような影響を及ぼしているかを調べる。

手続：上記の錯視の28種類の標準刺激と、統制図形を組み合わせた合計29種類の刺激図形の呈示を1セッションとして、1日に2回(2セッション)繰り返した。両刺激(SSとCS)の空間配置と繰り返しの順序については、被験者ごとに均衡化した。実験時間は、1セッションおよそ40分であり、約15分の休憩をとって次のセッションに移った。

結果と考察：図2には、空間配置の異なる2回の反復観察において、各被験者の平均値(Baldwin錯視の中央円のPSE)を25名について平均した値⁽³⁾が用いられており、4種類の両円間距離について、これまでよりも広い範囲の「直径比の変化」に伴うBaldwin錯視の中央円のPSEの変化が、統制図形の単円のPSE(点線)とともにプロットされている。同図の点線より上の値は過大視を、下の値は過小視を、それぞれ示している。それによれば、Baldwin錯視の錯視量(PSE)も、Ebbinghaus錯視に関してこれまで得られてきた諸結果(後藤, 1978, 1980a, b, 1982, 1987, 1990, 1991; 後藤・大屋, 1989; 後藤・羽成, 1991; 後藤他, 1984; 八重島他, 1986)と基本的には類似した傾向を示している。今回の実験においても、直径比の変化に伴う錯視量の

(3) 以下では、このPSEを錯視量と呼ぶことにする。

変化には、中央円と付加円の間隔距離の違いによる傾向の違いが認められ、分散分析において、直径比と両円間距離の間の交互作用が有意となっていた ($F=1.94$, $p<0.05$, $df=18$, 432)。図2に明瞭に示されているように、直径比3/2(過小視の極大値)以降において、各両円間距離での錯視量の違いが明らかに生じている。すなわち、両円間距離が小さいほど、直径比3/2での過小視の極大値が顕著であり、それ以降の過小視量の減少が目立っている⁽⁴⁾。この直径比における過小視の極大値については、線分によるBaldwin錯視ではあるが、すでに筆者のこれまでの検討(後藤, 1990)においても見出されている。すなわち、Ebbinghaus錯視において述べられてきたように、Baldwin錯視においても、直径比1/2~3/2の範囲で「大きさの対比効果」がもっとも効果的にはたらき、その範囲外では、この効果が弱まることが示されている。

このような錯視量の傾向は、過大視領域と過小視領域でそれぞれ錯視量の極大値を示す典型的な「錯視量曲線」(後藤, 1978, 1980a)に類似しており、「大きさの対比」と「両円の牽引(同化)」とが相互に効果を及ぼし合って、このような、「過大視と過小視の変化」を生じさせてい

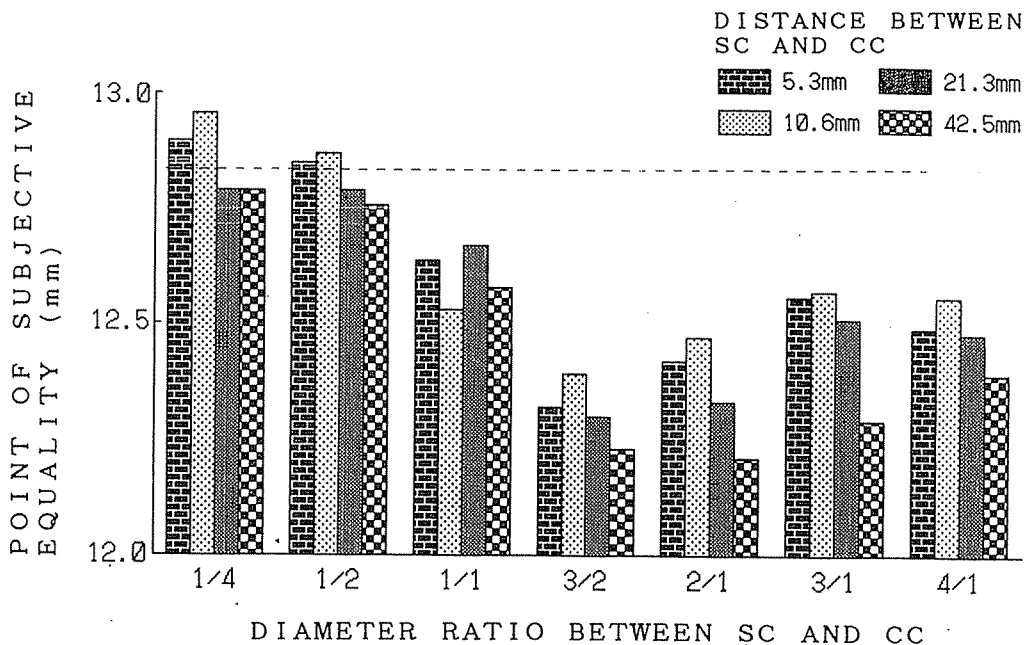


Fig. 2. Variations of the magnitudes of illusion (PSEs) as a function of the size ratio between SCs and CC under four kinds of distance between two circles.

(4) 多重比較 (Tukey法) において、直径比3/2と4/1・3/1・2/1との間に、それぞれ5%の危険率で有意差が認められた。

ると考えられる(後藤, 1990; 大屋他, 1987, 1988)。くわえて, 両円間距離の効果が, 過小視の極大値以降の直径比で一致した傾向を示しており, 10.6mmに極大値(過小視の極小値)が見出されるが, それ以上の距離の増加とともに過小視の程度が増加している。これは, 中央円の「付加円との交互作用(牽引)による拡大」の影響とも考えられる。この点に関しては, これまでの筆者らの研究においても認められており, これらの両円間距離では, 付加円によって, 中央円に牽引効果をもたらす「同心円的な布置」が生じていることによるとも見なされ得る(後藤, 1990)。しかも, 両円間距離の効果が, 過小視の極大値(直径比: 3/2)以降に目立ってくることも, 直径比と両円間距離の「相互に関連する錯視効果」を示唆している。しかし, この両円間距離の効果は, むしろ小さなものであり⁽⁵⁾, 被験者の傾向に差異が大きくなっている(逆の傾向を示す被験者もいる)。この点に関しては, 後に『討論』で詳しく検討してみたい。

以上のような錯視量の特徴から, Baldwin錯視の成立にも, Ebbinghaus錯視の場合と同様に, 両円間距離にもとづく錯視の図形配置, とくに, 中央円と付加円の「接近の程度」が効果を及ぼしていることがうかがわれる。しかし, 上記の結果の傾向からは, この両円間距離の効果に関して, Girgusら(1972, 1974)やWeintraubら(1979, 1986)が主張するように, この錯視に対して, 「Delboeuf錯視の主要な成立要因と主張されてきた牽引(近接)のはたらきを強調すること」には問題があるように思われる。それゆえ, この錯視も, 「“大きさの対比効果”が, 両円間距離の変化に伴って異なる発現の様相を呈しながら, この錯視を特徴づける“主要な成立要因”として作用している」と見なすことができる。

ところで, 本実験で得られた錯視量の全体的な特徴として, 統制図形のPSE(12.83mm)が, 対比効果からだけでは錯視が生じないと見なされる直径比1/1でのPSE(12.60mm)よりも有意に大きくなっていることが注目される⁽⁶⁾。それゆえ, 本実験結果は, 以前に線分図形で得られた「過大視優位」(後藤, 1990)とは異なる傾向を示しているといえよう。このような傾向は, 「本実験で用いられたBaldwin錯視が, 付加円の牽引的な影響を効果的に受けていないこと」を物語っており, 図形配置による「部分図形間距離の効果」の違いが, 錯視量曲線に微妙な差異をもたらしていると考えられる。この点に関しては, 以下の『討論』でさらに検討してみたい。

討 論

筆者は, 「大きさ錯視(Ebbinghaus, Baldwinなど)」に対するこれまでの実験的検討から,

(5) 多重比較(Tukey法)によれば, 10.6mmと42.5mmの間でのみ有意($P < 0.05$)となっている。

(6) 統制図形のPSEと, 直径比1/1の4種類の両円間距離のPSEとの間の有意差検定において, すべてに有意差が認められた(5.3mm: $t = 2.08$, $P < 0.05$; 10.6mm: $t = 3.45$, $P < 0.01$; 21.3mm: $t = 2.13$, $P < 0.05$; 42.6mm: $t = 3.89$, $P < 0.001$, $df = 48$)。

「これらの錯視には“大きさの対比効果”が主要な役割をはたしているが、同時に、この効果に“輪郭線間の牽引”にもとづく“中央図形(CF)の拡大をもたらす効果”が加わっており、その程度が両図形間距離の増加に伴って減少していく」と見なしてきた(後藤, 1990)。この傾向は、Massaro & Anderson (1971)によるEbbinghaus錯視の説明を一部支持するものであり、しかも、この両図形間距離の効果は、“中央円と付加円の直径比”によって異なり、付加図形(SF)の小さい場合($SF < CF$)の方が大きくなることを見出されている(後藤, 1987; 後藤・大屋, 1989)。

本報告では、以上の傾向が練習効果として生じるのではないことを、ナイーブな多数の被験者によってさらに確かめるために、付加円2個の典型的なBaldwin錯視をとり上げ、付加円と中央円間の「直径比」と「距離」の変化の範囲を、これまでの研究よりも広げて、それらの影響について検討してみたのである。その結果、付加円と中央円の「直径比」の広い範囲の変化にわたって、特徴的な錯視量の変化が示されており、これまでに見出されてきた錯視量曲線(後藤, 1978, 1980a, 1990)と類似した傾向が認められた。これは、典型的なEbbinghaus錯視(図1)に加えて、3円の並置によるBaldwin錯視(図1)においても、中央円と付加円との「大きさの対比判断」が、決定的な成立要因となっていることを示唆している。そして、その対比判断がもっとも有効にはたらくための両円の「直径比」は、およそ $1/2 \sim 3/2$ の範囲に限られるが、これは、両円間距離によって無視できない影響を受けていると思われる。一方、Ebbinghaus錯視に関しては、両円間距離が極端に離れていなければ、直径比 $1/2$ の辺りに中央円の過大視の極大値が、そして、 $3/2 \sim 2/1$ の辺りに過小視の極大値がきている(後藤, 1990)。さらに、Baldwin錯視においては、直径比が $3/2$ 以上での過小視の減少に両円間距離が影響を及ぼしており、その距離が小さいほど減少の程度が大きかった。これは、Girgusら(1972, 1974, 1978)やWeintraubら(1979, 1986)によって主張された「牽引(近接)効果」の関与を示唆しているが、この過小視量の減少には、個人差が大きかった。そこで、25名の被験者を錯視量変化の傾向にしたがって分類してみたところ⁽⁷⁾、図3に示されているような2つのグループに分けられた。それによれば、I群(14名)には「過小視の極大値以降の過小視量の減少」がほとんど生じておらず、しかも、この群において、両円間距離の効果が各直径比にわたって一貫して認められている。分散分析の結果、「直径比」と「両円間距離」の交互作用は、有意ではなかった($F < 1$, $df = 18, 234$)。一方、II群では、「過小視の極大値以降の過小視量の減少」が顕著であるが、この群では、I群とは異なって、両円間距離の影響が一貫して示されておらず、直径比と円間距離の交互作用が有意になっていた($F = 2.70$, $P < 0.01$, $df = 18, 180$)。しかし、このような両円間距離の効果は、すでに報告されている傾向(後藤・羽成, 1991)とは異っており、「牽引(近接)効果」の一貫した関与を疑わせるものである。それゆえ、このBaldwin錯視においては、主

(7) クラスター分析(ウォード法)による。

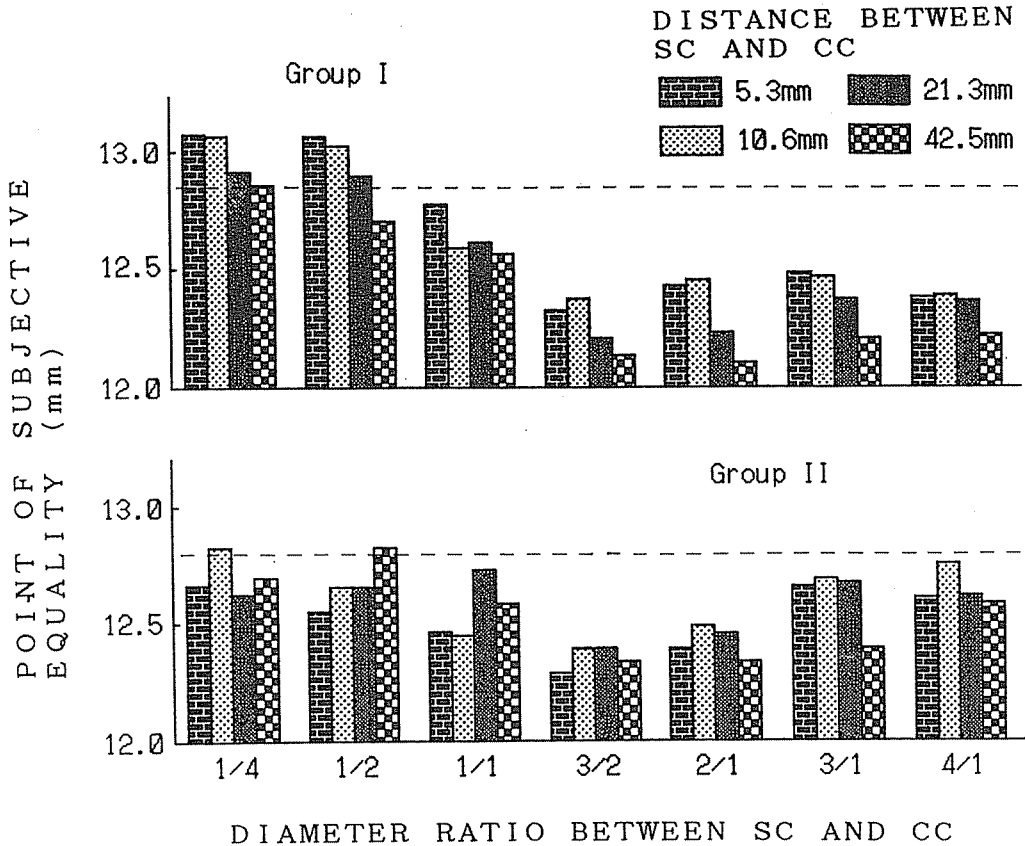


Fig. 3. Variations of the magnitudes of illusion (PSEs) in two subject groups (I: 14, II: 11) as a function of size ratio between SCs and CC under four kinds of distance between two circles.

要な「大きさの対比判断」以外に、「牽引効果」に代わる成立要因を検討しなければならない。

この要因として考えられるのは、被験者からしばしば報告された「中央円と付加円の間の見えの奥行きの違い」である。これは、暗室で暗黒背景に白色輪郭線で刺激図形を呈示した本実験の呈示条件によるところが大きいと思われる。そこでは、付加円が中央円よりも大きい場合に中央円が明らかに付加円の前方に進出して見えると報告する被験者があり、それとは反対の見えを報告する被験者や、両方が見えが反転する被験者もあった。このように、本実験条件で生じた各部分図形間の見かけの奥行きの違いは、よく知られている「奥行きの手がかり (Gregory, 1963)」が、この錯視にも関与しているのではないかと疑わせる。さらに、本実験で顕著な傾向としてとり上げられた「統制図形 (単円) の過大視化」も、統制図形の単円 (SS) と、この大きさを測定するための比較刺激の“大きさの変化する”単円 (CS) との見かけの奥

行きの差異(SS:奥, CS:手前)も報告されており, これまでの問題点も, このような見えから理解が可能であるように思われる。

以上のように, 「大きさ錯視」の成立要因として, これまで検討されてきた「対比効果」と「牽引効果」(後藤, 1981, 1990)に対して, Baldwin錯視では, 前者の強い効果を認めることはできたが, 後者に関しては, 一貫した影響を確かめることができず, それに代わる一つの要因として, 「奥行きの手がかり(遠近法説)」の関与がうかがわれた。このような部分図形間の見えの奥行きの違いは, Ebbinghaus錯視においても明確に見出されており(Goto, et al., 1991), 「大きさ錯視」に対しても, 幾何学的錯視の主要な3種類の要因(対比効果, 輪郭線交互作用, 奥行きの手がかり)のすべてが, それらの重みを異にして関わっていることが強く示唆された。しかも, こうした傾向は, この種の実験に未経験でナイーブな被験者の, 少ない回数の観察によっても得られることが確かめられたのである。

この点に関して, Weintraub & Schneck (1986) は, 付加円の効果的な変形操作に伴う中央円の見かけの大きさの変化にもとづいて, 以上の両効果以外にも, 「付加図形の垂直・水平方向に占める割合」や「図形残効による対比」を挙げているが, いずれも, この錯視に特徴的な上述の「錯視量曲線」を説明することができず, 「大きさ錯視」の基本的な成立要因とはなり得ないように思われる。

付 記

- 1) 本報告の一部は, 昭和63年度および平成元・2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および01510058)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) 本報告の一部は, 名古屋大学文学研究科の羽成隆司君との共同研究として行なわれたものであり, 第9回および第10回基礎心理学会において共同発表された。
- 4) 本実験の資料の解析には, 名古屋大学大型計算機センターを利用した。

文 献

- 1) Coren, S. & Girgus, J. S. Transfer of illusion decrement as a function of perceived similarity. *J. Exp. Psychol.*, 1974, **102**, 881-887.
- 2) Coren, S. & Girgus, J. S. Seeing is deceiving: The psychology of visual illusion. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, 1978.
- 3) Girgus, J. S., Coren, S., & Agdern, M. The interrelationship between the Ebbinghaus and Delboeuf illusions. *J. Exp. Psychol.*, 1972, **95**, 453-455.
- 4) 後藤倬男 大きさの円対比錯視に関する実験的研究(I) —主要円と付加円の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.
- 5) 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.
- 6) 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.
- 7) 後藤倬男 視覚的対比現象に関する実験的研究 光洋社, 1981.
- 8) 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.
- 9) 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, 哲学33, 53-76.
- 10) 後藤倬男 反復観察にもとづく大きさ錯視(Size illusions)の刺激条件に関する実験的研究 名大文学部論集, 1990, 哲学36, 93-109.
- 11) 後藤倬男 Ebbinghaus錯視の反復観察にもとづくDelboeuf錯視の錯視量変化に関する実験的研究 —ブックレット法を用いての検討— 名大文学部論集, 1991, 哲学37, 75-85.
- 12) 後藤倬男・羽成隆司 大きさの円対比錯視(Baldwin錯視)についての実験的研究 —刺激条件(直径比・距離)および反復観察の効果— 平成2年度科学研究費補助金一般研究(C)研究成果報告書 幾何学的錯視に及ぼす多様な呈示条件の効果に関する研究 (研究代表者:後藤倬男), 1991, Pp. 95-102.
- 13) 後藤倬男・大屋和夫 大きさの円対比錯視の呈示条件に関する実験的研究 名大文学部論集, 1989, 哲学35, 53-76.
- 14) 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.
- 15) Goto, T., Kohmura, K., Teramoto, K., Ohya, K., Maruyama, N., Kuze, J., & Takahashi, S. Experimental study on geometrical illusions presented under special environment (1): Effects of continuous and intermittent presentations of a homogeneously illuminated background. *Psychologia*, 1990, **33**, 171-178.
- 16) Gregory, R.L. Distortion of visual space as inappropriate constancy scaling. *Nature*, 1963, **199**, 678-680.
- 17) Massaro, D. W. & Anderson N. H. Judgmental model of the Ebbinghaus illusion. *J. Exp. Psychol.*, 1971, **89**, 147-151.
- 18) 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.
- 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(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.
- 20) Weintraub, D. J. Ebbinghaus illusion: Context, contour, and age influence the judged size of a circle amidst circles. *J. Exp. Psychol. Human Percept. Perform.*, 1979, 5, 353-364.
- 21) Weintraub, D. J. & Schneck, M. K. Fragments of Delboeuf and Ebbinghaus illusions: Contour/context explorations of misjudged circle size. *Percept. & Psychophysics*, 1986, 40, 147-158.
- 22) 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 STIMULUS CONDITIONS OF BALDWIN ILLUSION

TAKUO GOTO

Department of Psychology, Faculty of Letters,
Nagoya University

SUMMARY

The purpose of this study was to examine the effects of the stimulus conditions on the magnitude of illusion (MI) by using Baldwin illusion (BI) which has similar figure constellation to Ebbinghaus illusion (EI), as shown in Fig. 1.

The MI in the size of a center circle (CC) was measured under the following two kinds of stimulus-condition: ①the size ratio (R; $R=1/4, 1/2, 1/1, 3/2, 2/1, 3/1$, and $4/1$) of the surrounding circles (SCs) to the CC, and ②the distance (D) between the SCs and the CC ($D=5.3, 10.6, 21.3$, and 42.5mm).

Two personal computers (NEC: PC-9801XA) were used for presenting 29 standard stimuli (SS: 7 size ratios \times 4 distances + 1 control stimulus) and a comparison stimulus (CS) to the subjects located 115 cm away from the display. Twentyfive subjects, students with normal vision, were instructed to compare the apparent size of the SS presented randomly at the center of one display (NEC: N-5923) with that of the CS (a single circle) presented on the another display (NEC: N-5923). The size of the CS was changed through the method of limits. Each subject was exposed to the SS and CS in the order of L (SS: left, CS: right) - R (SS: right, CS: left) and *vice versa*.

This study revealed the two distinct results as follows. First, the MIs showed the characteristic variations as a function of the size ratio between the SCs and the CC (Fig. 2). These variations, having clear maximum in underestimation, reflected the size contrast between the SCs and the CC within the limited range of the size ratios ($1/2 \sim 3/2$) between these two figure segments as suggested in our previous studies (Goto, 1978, 1980a, 1981, 1987, 1991; Goto & Ohya, 1989). On the other hand, the MIs showed a nearly parallel shift to the overestimation as the distances between the SCs and CC decreased. This tendency seemed to indicate the cohesive interaction between the SCs and the CC (Coren & Girgus, 1974, 1978; Girgus, et al., 1972). However, the size ratios having the maximum MI in underestimation were different from each other according to the distances between the SCs and the CC. Consequently, the size contrast between the SCs and the CC may be more significant than the cohesive force in the BI as well as in the EI.

Then, as shown in Fig. 3, the above tendencies were differentiated into two groups of subjects by using cluster analysis. The simple decrease of overestimation (increase of underestimation) and parallel MIs' difference by the distances between the SCs and the CC were more dominant in Group I (subjects: 14). While, decrease of underestimation after the maximum was more dominant in Group II (11), and there was no effects of the D in this group. However, this tendency was different from that observed in our previous study (Goto & Hanari, 1991). Consequently, the other factors might be introduced in place of the abovementioned cohesive factor.

The differences of the apparent depth in each figure segments (circles) of the SSs and CC were reported by the subjects. Systematic difference in observation may be adopted differentially by the above two groups for judging the depth of these segment circles. This third factor as a mechanism of BI and EI may be introduced to explain the above different tendencies in the MI variations owing to the different observing ways between two groups.