

事象関連電位によるリップスの大きさ錯視の検討

今 井 章

キーワード：幾何学的錯視，リップスの大きさ錯視，事象関連電位，対比

LIPPS SIZE ILLUSION SEEN BY THE BRAIN

Akira IMAI

Department of Psychology, Faculty of Arts, Shinshu University

Key words: geometrical-optical illusion, Lipps size illusion, event-related potentials (ERPs), contrast

問 題

2次元平面上における幾何学模様の特徴的な刺激布置が，刺激の物理的な性質や関係とは組織的かつ量的に異なる知覚を生じさせるという幾何学的錯視について，これまで我々はその神経基盤的背景を探る試みを行ってきた（今井・後藤，2009，2010）。この試みにおいて我々は，幾何学的錯視は“3種類の成立要因（同化・対比，空間・位置，角度・方向）の特徴的な組み合わせによって合理的に説明できる”という提起（後藤，2008；後藤・今井，2009；後藤・甲村・大屋・寺本・丸山・久世・高橋，2005；Goto, Uchiyama, Imai, Takahashi, Hanari, Nakamura, & Kobari, 2007）に基づき，この3つの成立要因から幾何学的錯視を検討することにした。なぜなら，この3要因相互作用モデルによれば，それぞれの錯視図形は，同化・対比，空間・位置，および角度・方向という要因を示す3軸から構成される3次元空間内に，各要因の関与の程度に応じて位置づけられることになり，この空間内に位置づけられた各錯視図形を条件分析的かつ組織的に検討することが可能だからである。

この試みにおいて，まず我々はこの3つの成立要因の中でも，大きさ（面積・距離）の“同化・対比の成立要因が顕著に大きい錯視”図形であるデルブーフ（Delboeuf）錯視（同心円錯視）から検討を始めた（今井・後藤，2009，2010）。このデルブーフ錯視については，その中心的構成要素としての2重同心円が単円との比較において，外円と内円との直径比3/2の場合に極大的に内円が過大視，外円が過小視されることが明らかにされている（後藤・内山・今井・高橋・中村・小針，2003；後藤・内山・今井・高橋・羽成・中村・小針，2005）。また，この錯視は上記の3要因相互作用モデルによって，同化・対比の軸上に“他の要因の影響”をほとんど受けることなく配置されている図形（後藤・甲村他，2005）であ

る。いいかえるとデルブーフ錯視は、同化と対比という要因が錯視に及ぼす効果を組織的に検討するにあたり、他の要因からの複合的影響を考慮する必要のない錯視図形ということになる。加えて、この同化から対比への変換過程には、何らかの神経生理学的背景メカニズムの存在が推定されるが、この図形を用いての背景メカニズムを探ろうとした研究ははまだ認められていない。

最近、幾何学的錯視に関わる神経生理学的背景を明らかにしようとした研究として、ミュラー・リヤー (Müller-Lyer) 錯視を検討したものがある (Qiu, Li, Zhang, Liu, & Zhang, 2008; Weidner & Fink, 2006)。しかし、これらの研究では同化から対比への変換過程が検討されているわけではない。さらに、後藤・甲村他 (2005) や後藤 (2008) によれば、ミュラー・リヤー錯視は、同化・対比、空間・位置、および角度・方向という3つの要因が組合さった、非常に複雑な刺激図形であることが示唆されている。従って、錯視の成立要因を整理しながらその神経基盤的背景を探る手始めの図形として、ミュラー・リヤー錯視が適当であるとは思われない。むしろ、同化と対比という要因に絞って検討できるデルブーフ錯視から始めることは、錯視という複雑な現象の成立要因をより明確化して整理していくためには有効であろうと考えられる。

このような問題意識から、我々はデルブーフ錯視をとりあげ、その刺激を観察する場面における事象関連電位 (event-related potentials; ERPs) を測定し、同化と対比という成立要因に対する脳の神経的応答について検討した (今井・後藤, 2009, 2010)。その結果、同化過程のみが関与していると考えられる観察場面 (今井・後藤, 2009) では、前頭部から中心部に優勢な P3 振幅が、閾値付近の刺激ステップに対して減少し、刺激ステップが閾値から離れるにつれて増強することが示された。さらに、同化から対比への移行過程を伴う観察場面 (今井・後藤, 2010) では、同化から対比への移行に伴い錯視量が過大視から過小視へと変動した結果としての精神測定関数と、中心部から頭頂部に優勢な P2 振幅値がよく対応することが示された。

一般に P3 振幅は、文脈の更新ないしはワーキングメモリの反映 (Donchin, 1981; Donchin & Coles, 1988a, 1988b)、処理資源の配分の指標 (Wickens, Kramer, Vanasse, & Donchin, 1983)、あるいは感受性 (d') の指標 (Imai & Tsuji, 2004) と考えられており、高次の認知過程との関連が強い成分であるといえる。一方、P2 振幅は初期の研究では、視覚的弁別課題時の刺激特徴との関係 (Friedman, Vaughan, & Erlenmeyer-Kimling, 1978) や弁別課題時の学習過程との関連づけ (Rösler, 1981)、あるいは、刺激同定に関わる中枢処理の開始と意志決定の抑制 (Lindholm & Koriath, 1985) などを反映していることが示唆されている。最近では、ターゲット検出課題におけるターゲットの特徴を備えている視覚刺激に対して増大して出現すること (Luck & Hillyard, 1994) や、視覚—聴覚というモダリティ間でターゲット刺激と標準刺激が提示されるオッドボール課題において、中心部優勢な P200 がターゲット刺激に対して出現すること (Brown, Clarke, & Barry, 2006)、さらにこの P200 はまれな聴覚ターゲット刺激に対して増強して出現することも示されている (Brown, Barry, & Clarke, 2009)。すなわち、P2 振幅は P3 に比較してより初期の刺激処理に関与していると考えられる。

以上のことから、これまでの検討におけるデルブーフ錯視観察中に誘発された ERPs では、

P3 振幅と P2 振幅とが錯視の成立に関与する成分と示唆されるが、これらの成分の機能的意義が明確にされたとはいいがたい。P3 振幅と P2 振幅とが関与する神経基盤的背景は異なると考えられることから、様々な錯視図形を観察させた場合の ERPs 成分を組織的に検討し、各 ERPs 成分と錯視成立要因との対応づけをさらに進める必要がある。

そこで本研究では、これまでの検討（今井・後藤, 2009, 2010）に加え、同化・対比の成立要因の神経基盤的背景をさらに探るため、リップス（Lipps）の大きさ錯視をとりあげることにした。この錯視図形は、デルブーフ錯視図形と同様な過大視から過小視への錯視量の変動傾向を見せるものの、主に対比要因によってその錯視が成立していると考えられている（後藤・甲村他, 2005）。従って、同化と対比の両過程が関与するデルブーフ錯視とは、異なる ERPs が誘発されるものと予測される。この錯視図形を観察させながら ERPs を測定し、対比のみが関わる錯視図形における脳の神経的応答について探ることにした。

実 験

方 法

実験参加者 矯正を含め、視力および色覚が健常な大学生 4 名（平均 20.3 歳、うち男子 1 名）が実験に参加した。なお、いずれの参加者も錯視についての知識は有していたが、このような実験に参加することは初めてであった。

刺激 中心円および、その上下に配置された 2 つの付加円によりリップスの大きさ錯視図形（標準刺激）を構成し、中心円の左右いずれかに単円（比較円刺激）を提示した。付加円／中心円の直径比（付加円／中心円比）条件は 1/4, 1/2, 2/2, 3/2, 4/2 および 6/2 とした。刺激は PC（NEC-PC9801vm）により CRT 上に、黒色背景（0.02 cd/m²）に白色（20.0 cd/m²）で描き、付加円を直径で視角 0.25°, 0.5°, 1.0°, 1.5°, 2.0°, 3.0° で、中心円を 1.0° で提示した（観察距離 57 cm）。付加円と中心円は、最近接距離 0.5° で配置した。比較円は、中心円から中心点間距離で 5.0° 離れた左右いずれかの位置に、常に 1.0° で提示した。以上の組合せにより、標準刺激の付加円／中心円比として 6 条件を設定した。

脳波の記録と解析 国際式 10—20 法により正中線上の前頭部（Fz）、中心部（Cz）、頭頂部（Pz）、および後頭部（Oz）より両耳朶連結基準によりポリグラフシステム（日本光電 RMP-6000）を用いて導出した。銀—塩化銀（Ag-AgCl）電極を電極糊（日本光電 Elefix）を介して頭皮上に配置し、さらにその他、垂直水平成分の眼球静電図を、右眼窩上下部位と左右の外眼角に配置した電極より記録した。各電極間抵抗は 10 K Ω 以下とし、生体電気用アンプ（日本光電 AN-621G）により 0.08—100 Hz の帯域アナログフィルターと 60 Hz のハムフィルターを介して増幅した。刺激提示前 200 ms から刺激提示後 800 ms までの間を、サンプリング周波数 500 Hz で収録・解析ソフト（キッセイコムテック EPLYZER II）により A/D 変換後、PC（Dell Vostro200）に記録しオフライン処理した。脳波は各部位、各付加円／中心円比条件、および判断結果（大／小）ごとに加算平均した。

手続 電極装着後、参加者に以下のような教示を行った。参加者の課題は、標準刺激の中心円と比較刺激（単円）とを比較し、比較刺激が標準刺激の中心円に対して“大きい”か“小さい”かの判断をキー押しによって行うことであった。恒常法を用い、まず第 1 刺激と

して標準刺激を CRT 中央部に500 ms 提示した後, 第2 刺激として比較刺激を標準刺激と共に, 左右いずれか中心点間距離で 5.0° 離れた位置に150 ms 提示した。その後, 1000 ms のブランク画面を経て“大きい/小さい”かのキー押しを促す画面が提示され, 参加者にはこの画面提示後にキー押しを行わせた (Figure 1)。参加者は常に比較刺激について, 標準刺激の中心円と比較して大きいか小さいかの2件法で判断し, それぞれに該当する PC 用キーボードを左手人差し指と右手人差し指によりキー押しして回答した。左右のどちらのキーに大小判断のどちらを割り当てるかは, 参加者間でカウンターバランスを図った。標準刺激の付加円/中心円比6 条件が各6 回ずつランダムに提示され, 36 試行で1 ブロックを構成した。本試行の前には, 10 回の練習試行を行った。参加者はブロック間に適宜, 休憩をとりながら12 ブロックを行った。

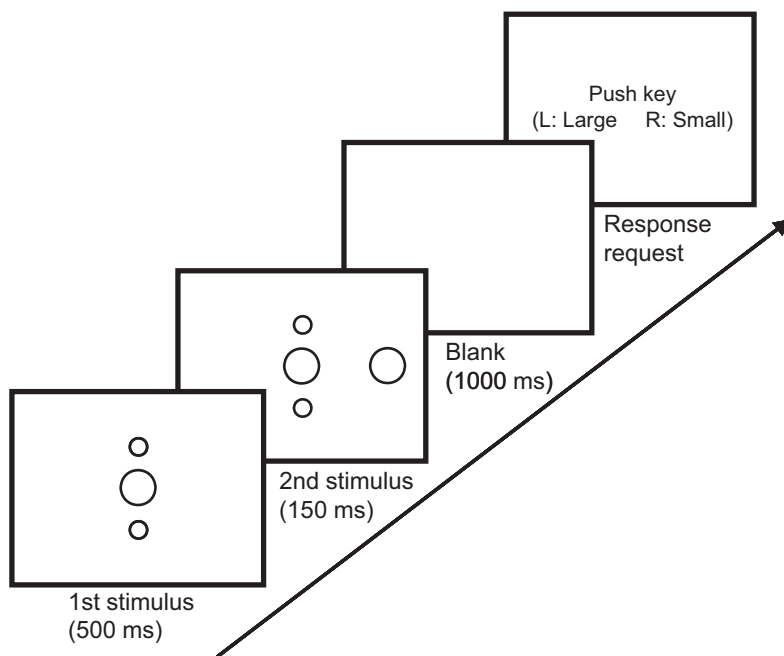


Figure 1 Schematic illustration of stimulus presentation and its time course. The first stimulus (standard) is presented for 500 ms, which is followed by the second stimulus (comparative single circle) of 150 ms. After the 1st and the 2nd stimulus presentations, a blank screen appears for 1000 ms. At the end of the blank screen, either key corresponding to "large" or "small" response is prompted to push.

結 果

1. 大小判断による精神測定関数

Figure 2 には, 4 名の平均である精神測定関数が示されている。この図において, 付加円

／中心円比が1/4と1/2で中心円の過大視（小反応）が，2/2以降は過小視（大反応）が認められる。この精神測定関数から，閾値（錯視量0）に相当する大小反応率50%となる付加円／中心円比を直線補間法により求めたところ，1.56/2となった。

以上のことから，付加円／中心円比が1/2を超えてより大きくなる条件から，中心円の見えが過大視から過小視へと変化していたと考えられる。従って，瞬間提示事態においても，自由観察時と同様なリップスの大きさ錯視の見えが生起していたといえる。

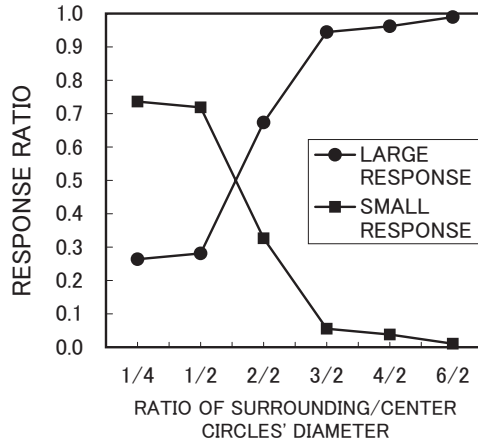


Figure 2 Psychometric functions (n=4) obtained for a combination of the ratio of surrounding versus center circles' diameter and the judgement of large or small response.

2. 事象関連電位

脳波は，頭皮上の各部位，標準刺激の付加円／中心円比，および判断結果ごとに，刺激提示前200 ms から提示後800 ms までを加算平均し，ERPsの波形を得た（Figure 3a～3f）。

なお，参加者による判断結果である大小反応は，反応率が50%となる付加円／中心円比付近（1/2から2/2など）ではほぼ半数ずつ出現するが，条件によっては，大または小反応のどちらかの判断のみが増大する（4/2や6/2など）。一方，ERPは数十回程度，同一刺激の提示時間に同期させた，ある時間区間の脳波を加算平均することによって求められる。従って，本研究のように，ある刺激条件では大反応または小反応のいずれか一方の反応しか出現しなくなる場合，この条件で出現しない反応に対応する信頼性の高いERP波形を得ることは困難である（ここでは，1/4，1/2の大反応，2/2，3/2，4/2，6/2の小反応，Figure 2参照）。

上述のことから，Figure 3には，付加円／中心円比1/4および1/2における小反応（3a，3b）と，付加円／中心円比2/2，3/2，4/2および6/2における大反応（3c～3f）による各部位のERP波形が示されている。

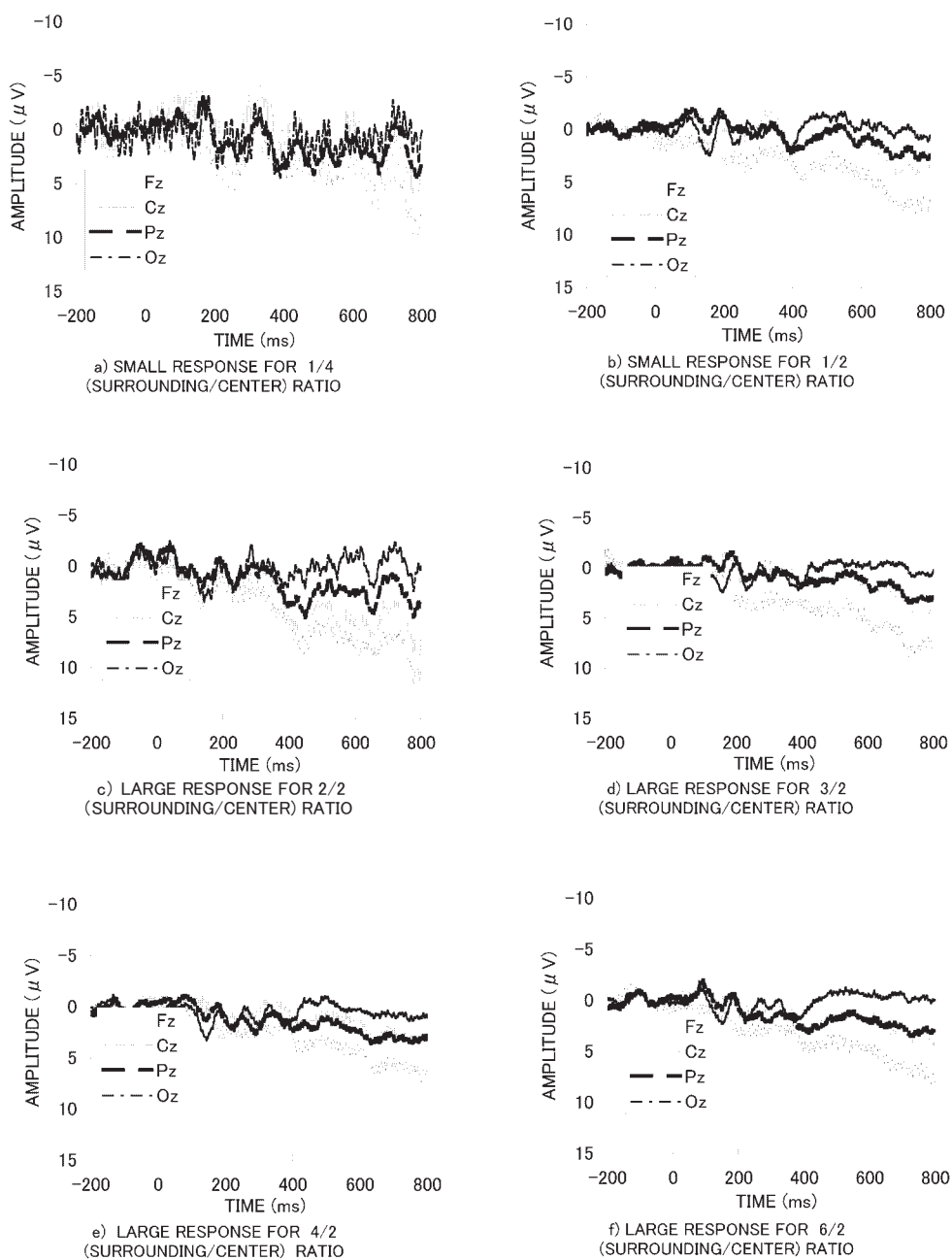


Figure 3 Grand averaged wave forms of ERPs at each scalp site obtained for a combination of the ratio of surrounding versus center circles' diameter and the judgement of large or small response.

得られた ERPs の波形から、今井・後藤 (2009, 2010) と同様、刺激提示後110—200 ms に出現した陰性方向への成分を N1, 210—260 ms に出現した陽性方向への成分を P2, 400—

600 ms に出現した陽性方向への成分を P3 とし、刺激提示前200 ms の平均電位をベースラインとしてこれらの区間内のピーク振幅を求めた。これらの平均振幅をプロットしたものが、Figure 4～6 に示されている。

N1 振幅 N1 振幅について部位 (Fz, Cz, Pz, Oz) × 付加円／中心円比—判断の組合せ (1/4 (S), 1/2 (S), 2/2 (L), 3/2 (L), 4/2 (L), 6/2 (L)) の分散分析を行ってみた。その結果、いずれの主効果も主効果間の交互作用も有意とはならなかった (Figure 4)。

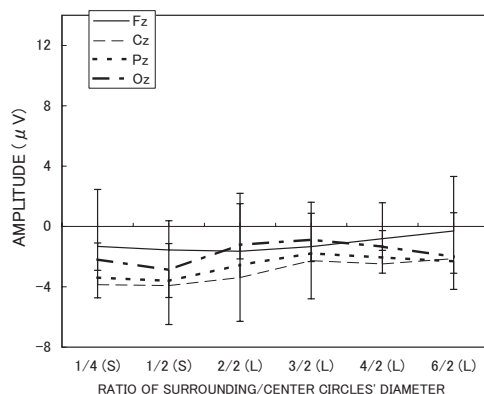


Figure 4 Mean amplitudes of N1 at each scalp site obtained for a combination of the ratio of surrounding versus center circles' diameter and the judgement of large or small response. A vertical line of each data point is a standard error of mean. Note that the (L) and (S) in the figure show the observer's response of "large" and "small."

P2 振幅 N1 振幅と同様に、部位 × 付加円／中心円比—判断の組合せの分散分析を行ったところ、部位の主効果のみが有意 ($F(3, 9)=6.07, p<.05$) であった (Figure 5)。下位検定の結果、Fz における P2 振幅が他の全ての部位よりも有意に増大していた。

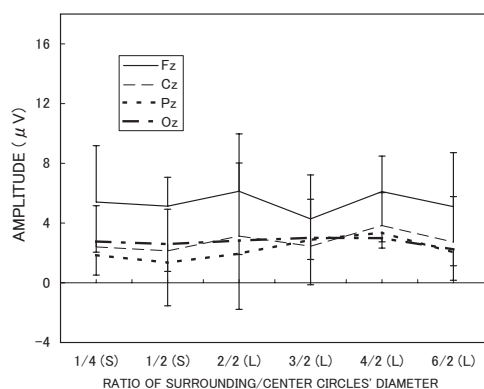


Figure 5 Mean amplitudes of P2 at each scalp site obtained for a combination of the ratio of surrounding versus center circles' diameter and the judgement of large or small response. Others are the same as in Figure 4.

P3 振幅 N1 振幅と同様に、部位 × 付加円／中心円比—判断の組合せの分散分析を行って見た。その結果、部位の主効果のみが有意 ($F(3,9)=10.98, p<.005$) であった (Figure 6)。下位検定の結果、Fz における P3 振幅が他の全ての部位よりも有意に増大していた。

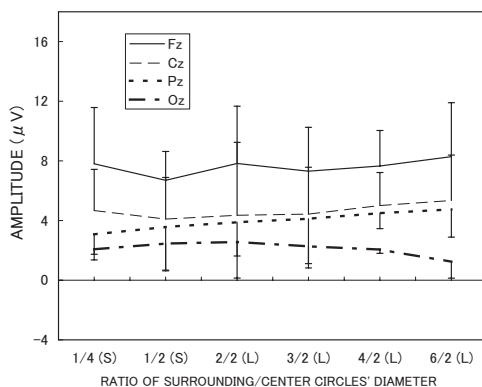


Figure 6 Mean amplitudes of P3 at each scalp site obtained for a combination of the ratio of surrounding versus center circles' diameter and the judgement of large or small response. Others are the same as in Figure 4.

考 察

本研究では、その成立要因として対比のみが想定されているリップスの大きさ錯視をとりあげ、この刺激を観察させながら ERPs を測定して、脳の神経的応答について探ることを目的とした。このリップスの大きさ錯視は、エビングハウス錯視と同様、中心円とそれを取り巻く付加円との直径比により過大視と過小視が生ずる図形である。すなわち、付加円の直径が中心円よりもある値を超えて小さい場合は中心円の過大視が、大きい場合は中心円の過小視が生ずる。従って、同化と対比によりその錯視量が変動するデルブーフ錯視とは異なった神経的応答がみられるであろうと期待された。その結果、通常のリップスの大きさ錯視を観察した場合と同様な大小判断による精神測定関数が得られ、瞬間視事態においても通常の見えが維持されていたことが示唆された (Figure 2)。従って、この手続により得られた ERPs は、対比における過大視から過小視への移行過程が生じている観察場面において得られたものと考えられ、その主要な成分として N1, P2, および P3 が惹起されていた。以下では、この ERPs について得られた結果について考察する。

本研究では、ERPs の N1, P2, および P3 の各成分についてその振幅を分析対象としたが、いずれの成分も付加円／中心円比と判断の組合せの主効果は有意とはならなかった。N1 振幅については、部位の主効果も有意とはならず、本実験条件では刺激提示後の早期の段階における ERPs 成分に何らかの変化をもたらす証拠は得られなかった。さらに、P2 振幅および P3 振幅については、いずれも部位の主効果が有意となったものの、やはり、付加円／中心円比と判断の組合せの主効果は有意とはならなかった。以上のように、付加円／中心円比の変化に伴う過大視から過小視への移行過程と対応する ERPs 成分は、本研究では確認

できなかった。

同化と対比が、錯視の成立に関与しているデルブーフ錯視について検討した今井・後藤(2009)では、同化作用により内円が極大的に過大視される、内外円比2/3の錯視図形におけるERPsを取得したが、ここでは精神測定関数とFzおよびCzにおけるP3振幅とが一致する傾向を認めている。また、同じくデルブーフ錯視において、同化から対比への移行に伴う、過大視から過小視への変動過程における精神測定関数とERPsとを調べた今井・後藤(2010)では、CzおよびPzにおけるP2振幅の応答に精神測定関数との対応関係が認められた。しかし、過大視から過小視への錯視量の変動過程が、デルブーフ錯視と同様の変動を示すとされる錯視図形としてのリップスの大きさ錯視を用いた本研究では、いずれのERPs成分も過大視から過小視への錯視量変動とは対応していなかった。

今井・後藤(2009, 2010)で検討されたデルブーフ錯視と、本研究で検討されたリップスの大きさ錯視は、同化過程の関与の有無という点で異なっていた。すなわち、デルブーフ錯視は、同化と対比の両過程が同心円の内外円比に応じてその関与度が変動し、内円の過大視や過小視が生ずるとされる。一方、リップスの大きさ錯視では同化過程は関与せず、中心に配置された円を取りまく付加円との対比により、中心円が過大視されたり過小視されたりする。従って、今井・後藤での結果と本研究結果の差異は、用いた錯視図形において同化過程が関与しているかどうかという点に帰することができるかもしれない。その場合、同化過程が関与している錯視図形の場合には、P3ないしはP2振幅がその観察条件の違いに応じて出現すると予測されるが、対比のみの錯視図形ではこういったERPsの変動過程が認められないことが期待できる。

以上のように、本研究結果では、対比過程のみが関与するリップスの大きさ錯視では、特定のERPs成分との対応関係が示されなかった。今後はさらに、同化のみが主に関与する錯視図形(例えば、ミュラー・リヤー錯視)、同化と対比が関与する錯視図形(3重円錯視)、さらに対比のみが主に関わる錯視図形(例えば、エビングハウス錯視)についてERPsを組織的に取得し、同化過程にはERPsの特定の成分との対応がみられ、対比過程については対応が示されないことを確認していく必要がある。

付 記

本研究の一部は、2010年日本心理学会第74回大会(大阪大学)において発表された。

引用文献

- Brown, C. R., Barry, R. J., & Clarke, A. R. (2009). ERPs to infrequent auditory stimuli in two- and three-stimulus versions of the inter-modal oddball task. *International Journal of Psychophysiology*, **74**, 174–182.
- Brown, C. R., Clarke, A. R., & Barry, R. J. (2006). Inter-modal attention: ERPs to auditory targets in an inter-modal oddball task. *International Journal of Psychophysiology*, **62**, 77–86.

- Donchin, E. (1981). Surprise! ... Surprise? *Psychophysiology*, **18**, 493-513.
- Donchin, E., & Coles, M. G. H. (1988a). Is the P300 component a manifestation of context updating? *Behavioral and Brain Sciences*, **11**, 357-374.
- Donchin, E., & Coles, M. G. H. (1988b). On the conceptual foundations of cognitive psychophysiology. *Behavioral and Brain Sciences*, **11**, 408-419.
- Friedman, D., Vaughan, H. G., & Erlenmeyer-Kimling, L. (1978). Stimulus and response related components of the late positive complex in visual discrimination tasks. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*, **45**, 319-330.
- 後藤倬男 (2008). 幾何学的錯視の成立要因についての一検討 —代表的な幾何学的錯視に対して「3種類の成立要因の関与量」を評定させた場合— 名古屋芸術大学研究紀要, **29**, 157-163.
- 後藤倬男・今井章 (2009). 大きさの円対比錯視 (Ebbinghaus 錯視) の成立要因に関わる刺激条件についての研究 —付加円3個の錯視図形における「付加円と中央円の直径比」・「両円間距離」・「反復観察」などの効果の検討— 名古屋芸術大学研究紀要, **30**, 117-129.
- 後藤倬男・甲村和三・大屋和夫・寺本一美・丸山規明・久世淳子・高橋晋也 (2005). 4.1 幾何学的錯視の心理的な成立要因の分析 (心理モデル) 後藤倬男・田中平八 (共編著) 錯視の科学ハンドブック 東京大学出版会 pp. 350-364.
- 後藤倬男・内山伊知郎・今井章・高橋晋也・羽成隆司・中村信次・小針弘之 (2005). 3.1.1 幾何学的錯視における同化と対比 後藤倬男・田中平八 (共編著) 錯視の科学ハンドブック 東京大学出版会 pp. 164-176.
- 後藤倬男・内山伊知郎・今井章・高橋晋也・中村信次・小針弘之 (2003). 大きさの円同化対比錯視における「同化と対比の変換過程」についての検討 日本心理学会第67回大会発表論文集, 530-530.
- Goto, T., Uchiyama, I., Imai, A., Takahashi, S., Hanari, T., Nakamura, S., & Kobari, H. (2007). Assimilation and contrast in optical illusions. *Japanese Psychological Research*, **49**, 33-44.
- 今井章・後藤倬男 (2009). 事象関連電位によるデルブーフ錯視の検討 —同化過程における脳の応答について— 信州大学人文学部人文科学論集<人間情報学科編>, **43**, 39-51.
- 今井章・後藤倬男 (2010). 事象関連電位によるデルブーフ錯視の検討(2) —対比過程における脳の応答について— 信州大学人文学部人文科学論集<人間情報学科編>, **44**, 55-66.
- Imai, A., & Tsuji, K. (2004). Event-related potential correlates of judgment categories and detection sensitivity in a visual detection task. *Vision Research*, **44**, 763-773.
- Lindholm, E. & Koriath, J. J. (1985). Analysis of multiple event related potential components in a tone discrimination task. *International Journal of Psychophysiology*, **3**, 121-129.
- Luck, S. J., & Hillyard, S. A. (1994). Electrophysiological correlates of feature analysis during visual search. *Psychophysiology*, **31**, 291-308.

- Qiu, J., Li, H., Zhang, Q., Liu, Q., & Zhang, F. (2008). The Müller-Lyer illusion seen by the brain: An event-related brain potentials study. *Biological Psychology*, **77**, 150–158.
- Rösler, F. (1981). Event-related brain potentials in a stimulus-discrimination learning paradigm. *Psychophysiology*, **18**, 447–455.
- Weidner, R., & Fink, G. R. (2006). The neural mechanism underlying the Müller-Lyer illusion and its interaction with visuospatial judgements. *Cerebral Cortex*, **17**, 878–884.
- Wickens, C., Kramer, A., Vanasse, L., & Donchin, E. (1983). The performance of concurrent tasks: A psychophysiological analysis of the reciprocity of information processing resources. *Science*, **221**, 1080–1082.

LIPPS SIZE ILLUSION SEEN BY THE BRAIN

Akira IMAI

Department of Psychology, Faculty of Arts, Shinshu University

ABSTRACT

We examined the event-related potentials (ERPs) under the condition that four participants compared a single circle (comparison stimulus; visual angle: 1.0°) to center circle surrounded by two additive circles (Lipps size illusion figure; standard stimulus) and responded to apparent size of the single circle as large or small by a key pressing. The constant method was used, and the surrounding circles were prepared for six kinds of diameter, constructing $1/4$ ($0.25^\circ/1.0^\circ$), $1/2$ ($0.5^\circ/1.0^\circ$), $2/2$ ($1.0^\circ/1.0^\circ$), $3/2$ ($1.5^\circ/1.0^\circ$), $4/2$ ($2.0^\circ/1.0^\circ$), and $6/2$ ($3.0^\circ/1.0^\circ$) surrounding/center circle-ratios. The ERPs were obtained at four scalp sites of Fz, Cz, Pz, and Oz. The center circle was overestimated for ratio of $1/4$ and $1/2$, and underestimated for $3/2$, $4/2$, and $6/2$, showing a conversion from overestimation to underestimation under the contrast process. Although several components of the ERPs were emerged under the observation of Lipps size illusion, no components were proportionally changed in response to the psychometric function produced by the subjective large-or-small judgment. It is suggested that the amplitude of some ERP components may covary with the assimilation, but not with the contrast process.

Key words: geometrical-optical illusion, Lipps size illusion, event-related potentials (ERPs), contrast

(2010年10月31日受理, 11月18日掲載承認)