

下方・上方視野における幾何学的図形の空間的方位が 視覚誘発電位に及ぼす効果

伊藤元雄*¹⁾ 佐部利真吾*²⁾

幾何学的図形の空間的方位がパターン出現視覚誘発電位 (VEP) に及ぼす効果に関する検討の一環として、長さが等しい輪郭線の縦・横比の異なる長方形が下方視野, 上方視野に両眼視で提示された。各視野の長方形の縦・横比の条件は5:1, 4:2, 3:3, 2:4, 1:5の5種であった。12名の実験参加者を対象に、一過性 VEP が後頭隆起部 (I), その上方5, 10, 15cm (I5, I10, I15) から基準導出され、図形条件とブランク (対照) 条件との差波形が記録された。下方視野では陰性電位の N1 波 (平均頂点潜時約 137ms), 上方視野では陽性電位の P 波 (約 132ms) が取得された。反復測定 ANOVA が視野ごとに部位 I5 の振幅と潜時に対して実施された。N1 波, P 波は、いずれも図形が縦長から横長になるにつれ、漸次有意な振幅の減少を示した。潜時に関しては、視野 × 空間的方位の交互作用が有意傾向であった。振幅に関する本実験の結果から、空間的方位によっても角度性の効果 (伊藤・佐部利, 2010) と同様の効果が生ずることが明らかとなった。

キーワード: 形の知覚, 視覚誘発電位, 下方・上方視野, 空間的方位

問 題

四半世紀に渡って、我々は図形の知覚、パターンの知覚を規定している主だった幾つかの要因、すなわち明るさ、コントラスト、形などの要因と一過性パターン出現視覚誘発電位 (transient pattern-onset visual evoked potential (VEP)) との関係について条件分析的な実験的検討を行い、研究発表等を試みてきている (付録: 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—学会発表関係 (1985-2010) 文献目録—参照)。我々の一連の研究のねらいは、図形やパターンの知覚を規定しているそれらの要因が脳の直接的な活動の反映としての VEP の振る舞いに及ぼす影響の分析を通して、視覚の成立過程に関する有用な心理学的、生理学的知見を蓄積していくことにある。ここでは、特に形の要因に限ってこれまでの研究の経緯に言及してみる (伊藤, 1993)。

形の要因が VEP に及ぼす効果を検討しようとするとき、どのような刺激材料を用いるかが問題となる。Spehlmann (1965) 以来、形の提示に関連した VEP (いわゆるパターン VEP) に関して多くの研究が行われ

ているが、それらの研究においては一般に市松模様 (checkerboard) や縞模様 (grating) などのパターンが用いられている。しかし、我々の研究の第1段階としては、以下に述べる理由から、正三角形、正方形、円形という3つの幾何学的図形を取り上げてみることにした。第1に、我々の周囲の事物や対象は縦線、横線、斜めの線、そして曲線のいずれかから出来上がっている。正三角形、正方形、円形は、Dondis (1973, 金子訳, 1979) にも述べているように、視覚的世界の事物や対象の形に関する3つの基本型と考えることもできる。こうした刺激パターンを用いることによって何か形の効果について基本的な所見が得られるのではないか。第2に、視知覚の研究領域では、以前からこれらの幾何学的図形を刺激材料とした形の認知閾の測定など (横瀬, 1952, 1968, 1986; 鳥居, 1969; Zusne, 1970) の多くの精神物理学的データの蓄積がある。その結果によれば、これら3種の図形間には、たとえば等面積の正三角形は円形よりも認知閾が低く、正方形はその中間の値をとる傾向があるなどの反応の差異があり、したがって VEP のような生理的な反応レベルでも図

* 1) 愛知学院大学心身科学部心理学科

* 2) 愛知学院大学心身科学研究所

(連絡先) 〒470-0195 愛知県日進市岩崎町阿良池12 E-mail: motoo@dpc.agu.ac.jp

形間には何かそれに相応した振る舞いの差異が示されてもよいのではないかと考えられる。

従来の研究を概観すると、形の要因が VEP に及ぼす効果に関して決定的な結果は得られていないように思われる。特に基本的な幾何学的図形を刺激材料とした研究においては、結果は多義的、断片的であり、条件分析的データの不足が痛感される (伊藤, 1999a)。我々は、できるだけ斉一な実験事態で系統的にデータを蓄積していく必要があると考えて、先の正三角形、正方形、円形の図形を用いて検討を行ってみることにした。具体的には、各図形の大きさ (面積)、周囲の輪郭の長さ (輪郭長)、輪郭の長さとの大きさの比 (輪郭長/面積)、視角的な図形の大きさのような形の知覚の量的側面における主だった刺激次元に関して、そのパラメータの値を図形間で等しくするという条件を設定して、形の効果を検討してみることにした。もし VEP に対する何らかの固有な形の効果が存在するとすれば、3種の図形にはそれらの条件のいずれにおいても相応した特徴的な VEP の振る舞いが見られることが予想されるからである。

我々は3種の図形、それに関連した他の図形等についても多種の実験的検討を行い、数々の知見を生み出してきている。ここでは個々の実験内容には触れないが、それらの研究は、大略、次のようなカテゴリーにまとめることが出来る。すなわち、図形の形の効果の分析 (Ito & Sugata, 1995; 伊藤, 1994, 1998, 1999c, 2001; Ito, 1997, 2007; 伊藤・古里・菅田・佐部利, 2009)、図形の空間的方位・視野内刺激提示位置の効果の分析 (Ito, 1997; 伊藤, 2003, 2005a, 2005b, 2006, 2008, 2009, 2010; 伊藤・佐部利, 2010; Ito, Sugata, & Kuwabara, 1997)、図形の形の効果に関する分析的アプローチ (Ito, Sugata, Kuwabara, Wu, & Kozima, 1999; Ito, Sugata, & Kuwabara, 1998; 伊藤, 2000)、主体的要因の作用の検討 (Ito, Kuwabara, Sugata, Suzuki, & Kawai, 1996, 1998)、図形の形に関連した VEP 成分の検討 (伊藤, 1996)、総説 (伊藤, 1989, 1993, 1999a, 1999b)、その他 (伊藤, 1995) である。個々の実験結果の詳細については、それらの文献を参照されたい。

本研究は、佐部利・伊藤 (2002a)、伊藤・佐部利 (2010) に続く条件分析的な実験報告である。すなわち、伊藤・佐部利 (2010) では、長さの等しい輪郭線の単一線分の角度図形を鋭角から鈍角に変化させて、下方視野、上方視野に提示した。12名の実験参加者を対象に、後頭野付近の一過性パターン出現 VEP を計測して、図形条件と図形なし条件との差波形を算出した。

下方視野では陰性電位 (N1波) (平均頂点潜時: 約 143ms)、上方視野では陽性電位 (P波) (約 134ms) が得られた。角度性が増すにつれ、N1波、P波の振幅はともに有意な減少を示し、角度性の効果がうかがわれた。そして、N1波、P波がいかなる VEP 成分に基づくかについての考察では、両者が同じ VEP 成分、すなわち C2 を主成分とするという Jeffreys & Smith (1979) の考え方を支持した。さらに、N1波が C2 の他に、Ermolaev (1985) のいう N130、すなわち Jeffreys (1989) のいう LNP (late negative potential) を含んだ複合波である可能性についても言及した。しかし、ここでの実験結果は、刺激図形の角度が鋭角から鈍角へと変化するにつれ、図形全体が垂直方向から水平方向へと移行しており、方向性の変化、すなわち空間的方位の要因の結果として捉えることも可能である。そこで、本研究では、下方、上方視野に縦長から横長へと段階的に変化させた長方形を提示し、方位の変化に伴う VEP の振る舞いを検討してみることにした。

目 的

縦長から横長へと数段階に変化させた長方形を提示し、空間的方位の変化に伴って下方視野の陰性電位 N1波、上方視野の陽性電位 P波にどのような変化が見られるかを検討する。

方 法

実験参加者 健常成人12名 (男性6名, 女性6名, 平均年齢27.4歳, SD 10.3歳)。

刺激の提示 改良型4chs. tachistoscope (Takei) のch. の1つを刺激野、1つを順応野とし (開口部12°16′平方)、実験者ベースの両野の切り替えにより刺激を提示した (提示時間:100ms, 刺激間隔:2-3s, 両眼観察, 観察距離:80cm)。刺激野の平均輝度は37cd/m²で、図形オフ時には中央に固視点 (FP) のみをもつ同輝度の順応野を常時提示した。

刺激図形 (Figure 1) は、輪郭長12cm, 線幅0.7mmの長方形で、縦・横比を5:1, 4:2, 3:3, 2:4, 1:5に操作し、各々刺激野の中央のFP (2mm×2の十字) の上方 (上方視野)、または下方 (下方視野) に配置した。図形の下端 (上端) とFPとの距離は視角0.5°とした。これにFPのみの対照条件を加えた計11種の刺激のランダム配列の各1施行 (1施行は同一刺激を16回反復提示) を1セッションとし、計4セッション実施し

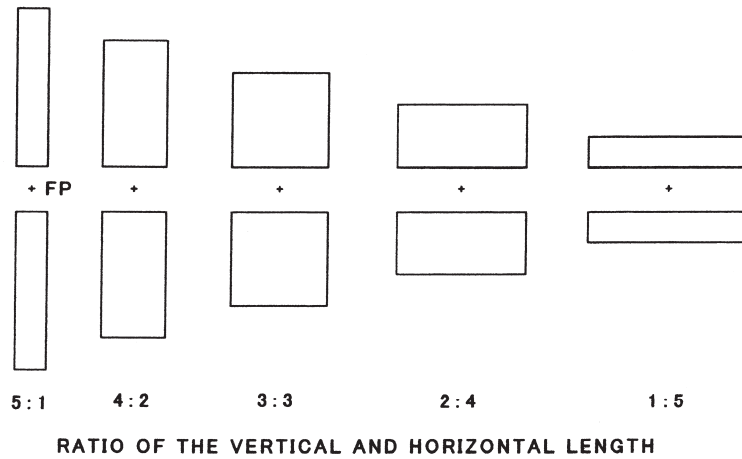


Figure 1: Rectangles with different spatial orientations presented above and under the fixation point (FP). Angular separation between the FP and the top (the bottom) of the figure was held constant at 0.5°

た。図形はすべて X-Y plotter (Roland) により、白紙に黒インクで描出した。

VEP の記録 脳波は、inion (I), inion 上方 5, 10, 15cm (I5, I10, I15) の 4 部位から両耳朶連結を基準として (接地は Cz), 8chs. polygraph 360 system (NEC San-ei) で増幅し (0.5–30Hz), 刺激オンのパルスとともに 14chs. data recorder XR-510 (TEAC) に記録した。

VEP は、オフラインで signal processor 7T17 (NEC San-ei) により、各施行ごとに刺激提示前 100ms, 提示後 412ms の 512ms の区間を 15 回加算平均した (標本化時間 1 ms)。

データの分析 刺激提示前 100ms の平均電位を基線として、各図形条件の VEP から対照条件の波形を減算し、実験参加者ごとの差波形 (60 回加算: 15 回 \times 4 セッション) を算出した。平均振幅 (部位 I5) に関しては、視野別に反復測定 1 要因 ANOVA を空間的方位 (5) に対して、また平均頂点潜時 (I5) に関しては、反復測定 2 要因 ANOVA を視野 (2) \times 空間的方位 (5) に対して実施した。なお、本実験では Mauchly test による球形仮説の検定を行い、球形仮説が棄却された場合には Huynh-Feldt の ϵ による自由度の修正を行った。2 要因反復測定 ANOVA については、大局的球形仮説は棄却された。また、必要に応じて Tukey 法 ($p = .05$) による多重比較を行った。

結果と考察

Figure 2 に、実験参加者 12 名の各条件における総平

均差波形を示す。いずれの空間的方位条件でも I5 を頂点とする単極性の電位分布を示す N1 波 (下方視野: 平均頂点潜時約 137ms), P 波 (上方視野: 約 132ms) が同定可能であった。

Figure 3 に、下方視野における N1 波と上方視野における P 波の平均振幅の頭皮上分布を、Figure 4 に、最大振幅が得られた部位 I5 における N1 波と P 波の平均振幅と標準偏差 (SD) を示す。Figures 3, 4 によれば、N1 波, P 波とも、刺激が縦長から横長になるにつれ、漸次振幅が減少している。I5 における N1 波振幅に関する ANOVA (方位 (5)) の結果、方位の主効果が有意であった ($F(4,44) = 11.22, p < .001, H-F \epsilon = .62$)。多重比較の結果、5:1 は他のいずれの条件よりも有意に大きく、4:2 は 1:5 よりも有意に大きかった。また、I5 における P 波振幅に関する ANOVA (方位 (5)) の結果、方位の主効果が有意であった ($F(4,44) = 6.59, p < .01, H-F \epsilon = .68$)。多重比較の結果、5:1, 4:2, 3:3 はいずれも 1:5 よりも有意に大きかった。このように、実験の結果は、刺激が縦長から横長へと変化するにつれ、N1 波, P2 波の振幅がともに漸次減少する傾向を示した。この振る舞いは佐部利・伊藤 (2002a), 伊藤・佐部利 (2010) の角度性の効果の振る舞いと対応している。したがって、空間的方位の要因によっても角度性の要因と同様な効果が生じることが明らかとなった。

刺激の方位が VEP に与える効果を調べた研究では、垂直, 水平, 斜め方向の縞模様を提示したときの VEP を検討し、垂直, あるいは水平の刺激に比べ、

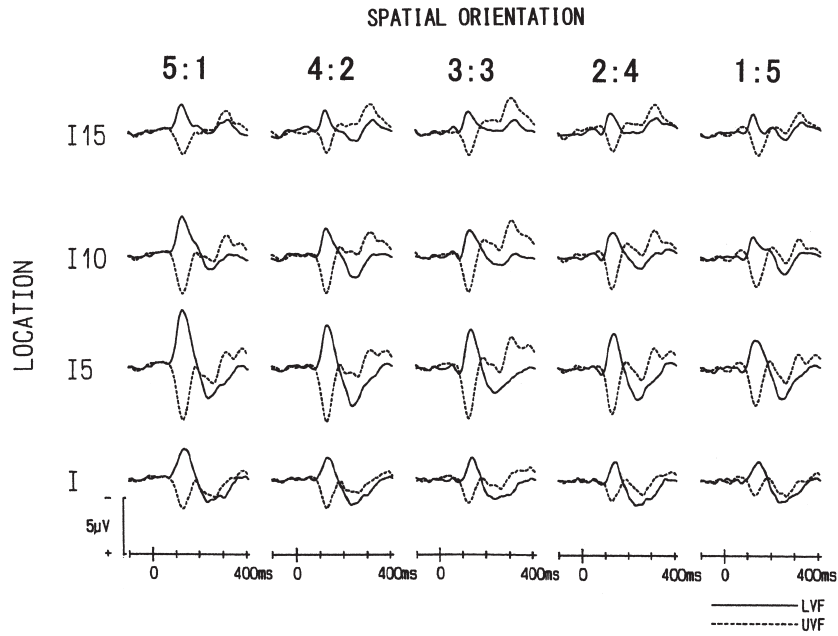


Figure 2: Grand-averaged subtracted waves for the squares with different spatial orientations in the lower visual field (LVF) and the upper visual field (UVF). Twelve participants joined the experiment.

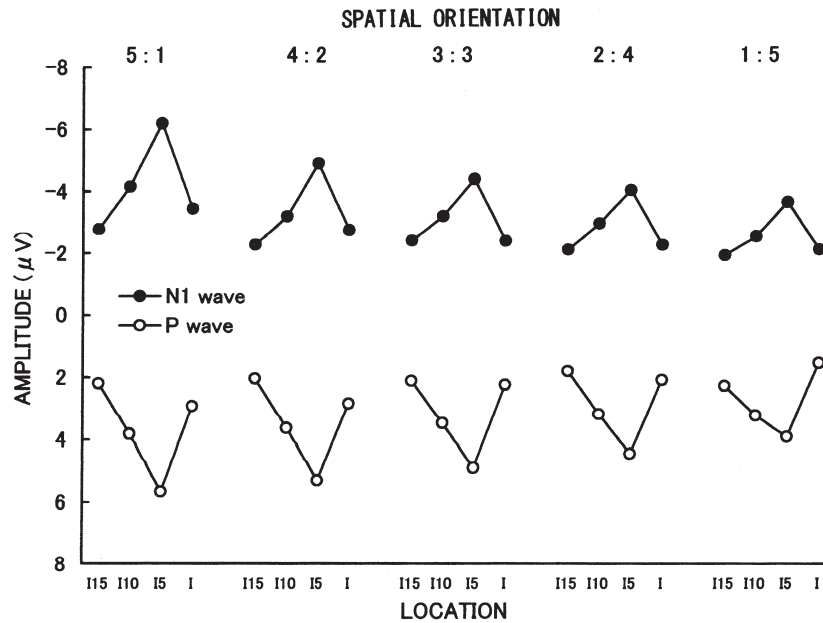


Figure 3: Averaged scalp distributions of the N1 wave in the LVF and the P wave in the UVF as a function of spatial orientation.

斜め方向の刺激で反応が小さくなるという「斜め効果 (oblique effect)」が報告されている (Maffei & Campbell, 1970; Yoshida, Iwahara, & Nagamura, 1975). この垂直

方向と水平方向の縞模様に対する VEP 間に差がないという所見から, 本実験で生じた振幅の減少は, 刺激が垂直方向と水平方向の線分をどれほどの比率で有し

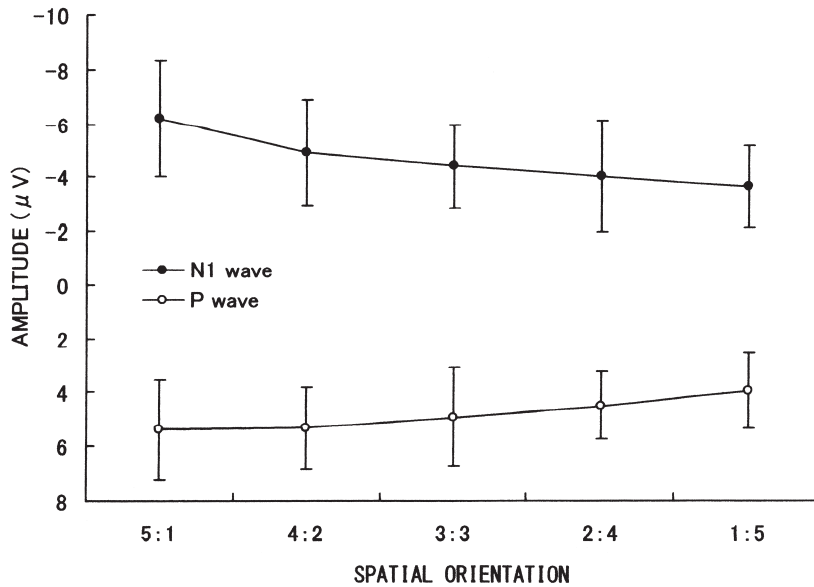


Figure 4: Changes of averaged amplitudes of the N1 wave in the LVF and the P wave in the UVF as a function of spatial orientation in Location I5. Vertical lines indicate SDs.

ているかという効果ではなく、刺激全体が垂直と水平のどちらに広がっているかという効果によるものであると考えられる。

本研究において明らかになった、刺激の方位が垂直から水平に変化するにつれて反応が小さくなるという方位の効果については、垂直—水平錯視との関係を考えることが出来るかもしれない(後藤・田中, 2005)。垂直—水平錯視とは、同一の長さの線分を垂直方向と水平方向に配置すると、垂直方向に配置した線分の方が、水平方向に配置した線分よりも長く知覚される錯視現象である。縦長の長方形で大きな反応を示し、横長の長方形で反応が減少したことは、水平方向に比べて垂直方向に広がる刺激が生体にとってより多くの処理を必要とすることを示しているといえる。その処理量の違いが、垂直線分が水平線分より過大視されるという錯視現象を生じさせている、という可能性を考えることもできるだろう。

Figure 5に、部位 I5における N1波、P波の平均頂点潜時と SD を示す。P波の頂点潜時は 3:3 で短く、5:1、または 1:5 に変化するようにして延長しており、おおよそ U 字型の特性を示していることが分かる。N1波、P波の頂点潜時 (I5) に関する ANOVA の結果、

視野 (2) × 方向性 (5) の交互作用が有意傾向にあった ($F(4, 40) = 2.63, .05 < p < .10, H-F\epsilon = .81$)。多重比較の結果、上方視野における 3:3 は、下方視野の 5:1、4:2、3:3、2:4 の各条件よりも有意に短く、上方視野の 4:2 は、下方視野の 2:4 よりも有意に短かった。頂点潜時に関しては、刺激が縦長から横長へと変化するのに伴い、P波はおおよそ U 字型の特性を有する可能性が示された。この特性については、正方形という縦と横が調和した図形で潜時が短く、縦長、横長の長方形という垂直、または水平方向に歪んだ図形で潜時が延長するといえ、図形の調和の要因を考えることができるかもしれない。この頂点潜時の特性については更に詳細な検討が必要であろう。

我々のこれまでの実験では頂点潜時について十分に一貫した所見が得られていない。中でも比較的共通しているのは、水平方向に大きく広がった条件で潜時が比較的延長するという所見である。本研究では、長方形を用いたが、その他の図形についても方位を変化させた際の N1波、P波の頂点潜時の変化を検討し、その特性を明らかにしていく必要があると思われる。

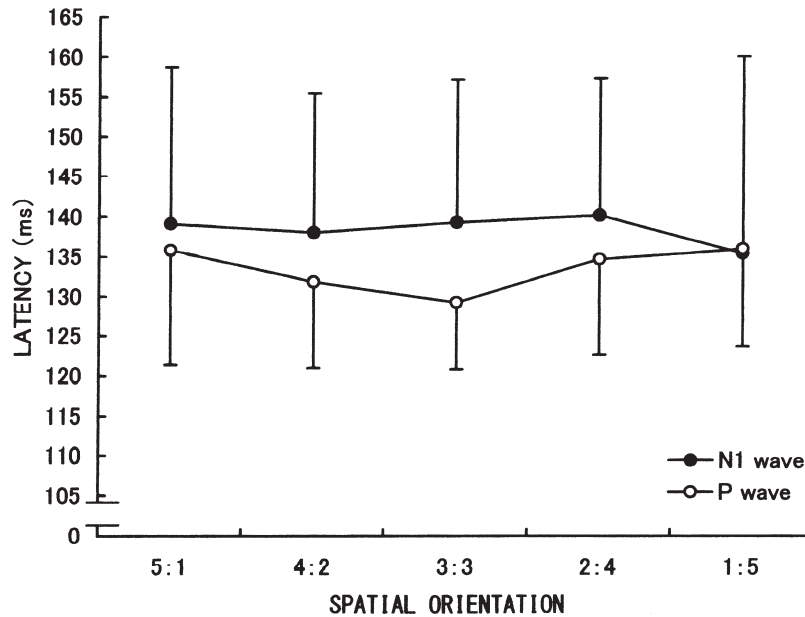


Figure 5: Changes of averaged peak latencies of the N1 wave in the LVF and the P wave in the UVF as a function of angularity in Location 15. Vertical lines indicate SDs.

付 記

本報告の概要は、2002年9月、日本心理学会第66回大会（広島大学主催）において、佐部利真吾・伊藤元雄により発表された（佐部利・伊藤，2002b）。また、本論文は、第二著者が愛知学院大学大学院文学研究科に提出した2002年度修士論文の一部を加筆・修正したものである。

引用文献

- ドンデイス, D. A. 金子隆芳 (訳) (1979). 形は語る — 視覚言語の構造と分析 — サイエンス社
 (Dondis, D. A. 1973 *A primer of visual literacy*. Cambridge, MA: MIT Press.)
- Ermolaev, R. Y. (1985). Retinal factors affecting visual evoked potentials. In D. Papakostopoulos, S. Butler, & I. Martin (Eds.), *Clinical and experimental neuropsychophysiology*. London: Croom Helm. pp. 30–65.
- 後藤倬男・田中平八 (2005). 錯視の科学的ハンドブック 東京大学出版会
 (Goto, T., & Tanaka, H.)
- 伊藤元雄 (1989). 形の知覚と視覚誘発電位の関係 — 研究の覚え書き — 愛知学院大学文学部紀要, **19**, 1–10.
 (Ito, M. (1989). The relationship between form perception and visual evoked potentials: Memoranda of the study. *Bulletin of the Faculty of Letters of Aichi Gakuin*

University, **19**, 1–10.)

- 伊藤元雄 (1993). 幾何学的パターンに対するヒトの視覚誘発電位 愛知学院大学文学部紀要, **23**, 1–15.
 (Ito, M. 1993). Human visual evoked potentials to geometric patterns. *Bulletin of the Faculty of Letters of Aichi Gakuin University*, **23**, 1–15.)
- 伊藤元雄 (1994). 幾何学的図形の形が視覚誘発電位に及ぼす影響 — 等視角条件における分析 — 愛知学院大学文学部紀要, **24**, 1–14.
 (Ito, M. (1994). Influences of the form of the geometric figures on visual evoked potentials: Analyses in the condition of equal visual angle. *Bulletin of the Faculty of Letters of Aichi Gakuin University*, **24**, 1–14.)
- 伊藤元雄 (1995). 幾何学的形態に対する視覚誘発電位 — 視野内図形提示位置の効果 — 愛知学院大学文学部紀要, **25**, 47–54.
 (Ito, M. (1995). Visual evoked potentials to the geometric forms: Effects of the loci of figure presentation in the visual field. *Bulletin of the Faculty of Letters of Aichi Gakuin University*, **25**, 47–54.)
- 伊藤元雄 (1996). 幾何学的形態に対する視覚誘発電位 — パターン関連成分の分析 — 愛知学院大学文学部紀要, **26**, 1–13.
 (Ito, M. (1996). Visual evoked potentials to geometric forms: Analyses of the pattern-related components. *Bulletin of the Faculty of Letters of Aichi Gakuin University*, **26**, 1–13.)

- Ito, M. (1997). Effects of the different forms of isosceles triangles, the square and the circle on visual evoked potentials. 愛知学院大学文学部紀要, **27**, 13-22.
(Ito, M. (1997). *Bulletin of the Faculty of Letters of Aichi Gakuin University*, **27**, 13-22.)
- 伊藤元雄 (1998). 形の異なる平行四辺形, 正三角形, 円形が視覚誘発電位に及ぼす効果 愛知学院大学文学部紀要, **28**, 15-21.
(Ito, M. (1998). Effects of the different forms of the parallelograms, the equilateral triangle and the circle on visual evoked potentials. *Bulletin of the Faculty of Letters of Aichi Gakuin University*, **28**, 15-21.)
- 伊藤元雄 (1999a). 視覚誘発電位による形の知覚に関する心理生理学的研究 あるむ
(Ito, M. (1999a). *Psychophysiological studies on form perception by means of visual evoked potentials*. Nagoya: Arm.)
- 伊藤元雄 (1999b). 心理生理学的研究における視覚誘発電位—その測定法, 分類, 研究動向と有用性— あるむ
(Ito, M. (1999b). *Visual evoked potentials in the psychophysiological studies: The measurement, the classification, the survey on the studies and the usefulness*. Nagoya: Arm.)
- 伊藤元雄 (1999c). 形の異なる二等辺三角形, 正方形, 円形が視覚誘発電位に及ぼす効果(2) 愛知学院大学文学部紀要, **29**, 11-18.
(Ito, M. (1999c). Effects of the different forms of the isosceles triangle, the square and the circle upon visual evoked potentials (2). *Bulletin of the Faculty of Letters of Aichi Gakuin University*, **29**, 11-18.)
- 伊藤元雄 (2000). 幾何学的パターンの角度性が視覚誘発電位に及ぼす効果 愛知学院大学文学部紀要, **30**, 7-12.
(Ito, M. (2000). Effects of angularity of geometric patterns on visual evoked potentials. *Bulletin of the Faculty of Letters of Aichi Gakuin University*, **30**, 7-12.)
- 伊藤元雄 (2001). 正三角形, 円形に対する視覚誘発電位—図形要素数の効果— 愛知学院大学文学部紀要, **31**, 1-6.
(Ito, M. (2001). Visual evoked potentials to equilateral triangle and circle: Effects of elements in the figure. *Bulletin of the Faculty of Letters of Aichi Gakuin University*, **31**, 1-6.)
- 伊藤元雄 (2003). 幾何学的形態に対する視覚誘発電位—空間的方位の効果(2)— 愛知学院大学文学部紀要, **33**, 1-7.
(Ito, M. (2003). Visual evoked potentials to geometric forms: Effects of spatial orientation (2). *Bulletin of the Faculty of Letters of Aichi Gakuin University*, **33**, 1-7.)
- 伊藤元雄 (2005a). 図形の形と空間的方位が視覚誘発電位に及ぼす効果 愛知学院大学人間文化研究所紀要, 人間文化, **20**, 73-84.
(Ito, M. (2005a). Effects of form and spatial orientation of the figures on visual evoked potentials. *Transactions of the Institute for Cultural Studies, Ningen Bunka (Aichi Gakuin University)*, **20**, 73-84.)
- 伊藤元雄 (2005b). 幾何学的形態に対する視覚誘発電位—空間的方位の効果(3)— 愛知学院大学論叢心身科学部紀要, **1**, 1-7.
(Ito, M. (2005b). Visual evoked potentials to the geometric forms: Effects of spatial orientation (3). *Bulletin of the Faculty of Psychological & Physical Science of Aichi Gakuin University*, **1**, 1-7.)
- 伊藤元雄 (2006). 幾何学的形態に対する視覚誘発電位—刺激提示位置の効果— 愛知学院大学論叢心身科学部紀要, **2**, 1-7.
(Ito, M. (2006). Visual evoked potentials to the geometric forms: Effects of the locus of stimulus presentation. *Bulletin of the Faculty of Psychological & Physical Science of Aichi Gakuin University*, **2**, 1-7.)
- Ito, M. (2007). Effects of form and size of geometric figures on visual evoked potentials. 愛知学院大学論叢心身科学部紀要, **3**, 1-6.
(Ito, M. (2007). *Bulletin of the Faculty of Psychological & Physical Science of Aichi Gakuin University*, **3**, 1-6.)
- 伊藤元雄 (2008). 幾何学的形態に対する視覚誘発電位—刺激提示位置の効果(2)— 愛知学院大学論叢心身科学部紀要, **4**, 9-15.
(Ito, M. (2008). Visual evoked potentials to geometric forms: Effects of locus of stimulus presentation (2). *Bulletin of the Faculty of Psychological & Physical Science of Aichi Gakuin University*, **4**, 9-15.)
- 伊藤元雄 (2009). 縦縞, 横縞パターンが視覚誘発電位に及ぼす影響—空間的方位と大きさの効果— 愛知学院大学心身科学研究所紀要, 心身科学, **1**, 1-7.
(Ito, M. (2009) Influences of the patterns of vertical and horizontal stripes on visual evoked potentials. *Journal of the Institute for Psychological and Physical Science of Aichi Gakuin University, Psychological and Physical Science*, **1**, 1-7.)
- 伊藤元雄 (2010). 幾何学的形態に対する視覚誘発電位—図形の形と空間的方位の効果— 愛知学院大学心身科学研究所紀要, 心身科学, **2**, 1-8.
(Ito, M. (2010). Influences of a pattern with vertical and horizontal stripes on visual evoked potentials: Effects of spatial orientation and size. *Journal of the Institute for Psychological and Physical Science of Aichi Gakuin University, Psychological and Physical Science*, **2**, 1-8.)
- 伊藤元雄・古里淑乃・菅田達也・佐部利真吾 (2009). 幾何学的図形の多角形化が視覚誘発電位に及ぼす効果 愛知学院大学論叢心身科学部紀要, **5**, 1-6.
(Ito, M., Furusato, A., Sugata, T., & Saburi, S. (2009). Effects of increasing angularities of the geometric figures

- on visual evoked potentials. *Bulletin of the Faculty of Psychological & Physical Science of Aichi Gakuin University*, **5**, 1-6.)
- Ito, M., Kuwabara, H., Sugata, T., Suzuki, K., & Kawai, Y. (1996). Visual-evoked potentials to geometric forms: Examination of the effect of selective attention. In C. Ogura, Y. Koga, & M. Shimokochi (Eds.), *Recent advances in event-related brain potential research*. Amsterdam: Elsevier. pp. 67-71.
- Ito, M., Kuwabara, H., Sugata, T., Suzuki, K., & Kawai, Y. (1998). Visual evoked potentials to geometric forms in the randomized presentation. *Japanese Psychological Research*, **40**, 111-116.
- 伊藤元雄・佐部利真吾 (2010). 下方・上方視野における幾何学的図形の角度性が視覚誘発電位に及ぼす効果 愛知学院大学論叢心身科学部紀要, **6**, 1-9.
- (Ito, M., & Saburi, S. (2010). Effects of the angularity of geometric figures in lower and upper visual fields on visual evoked potentials. *Bulletin of the Faculty of Psychological & Physical Science of Aichi Gakuin University*, **6**, 1-9.
- Ito, M., & Sugata, T. (1995). Visual evoked potentials to geometric forms. *Japanese Psychological Research*, **37**, 221-228.
- Ito, M., Sugata, T., & Kuwabara, H. (1997). Visual evoked potentials to geometric forms: Effects of spatial orientation. *Japanese Psychological Research*, **39**, 339-344.
- Ito, M., Sugata, T., & Kuwabara, H. (1998). Effects of the sharp and round parts of geometric figures on visual evoked potentials. *生理心理学と精神生理学*, **16**, 33-40.
- (Ito, M., Sugata, T., & Kuwabara, H. (1998). *Journal of Physiological Psychology and Psychophysiology*, **16**, 33-40.)
- Ito, M., Sugata, T., & Kuwabara, H., Wu, C., & Kojima, K. (1999). Effects of angularity of the figures with sharp and round corners on visual evoked potentials. *Japanese Psychological Research*, **41**, 91-101.
- Jeffreys, D. A. (1989). Evoked potential studies of contour processing in human visual cortex. In J. J. Kulikowski, C. M. Dickinson, & I. J. Murray (Eds.), *Seeing contour and color*. London: Pergamon Press. pp. 529-545.
- Jeffreys, D. A., & Smith, A. T. (1979). The polarity inversion of scalp potentials evoked by upper and lower half-field stimulus patterns: Latency or surface distribution differences? *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **46**, 409-415.
- Maffei, L., & Campbell, F. W. (1970). Neurophysiological localization of the vertical and horizontal visual coordinates in man. *Science*, **167**, 386-387.
- 佐部利真吾・伊藤元雄 (2002a). 幾何学的パターンの角度性が視覚誘発電位に及ぼす効果 —上方・下方視野における検討— *生理心理学と精神生理学*, **20**, 201. (Saburi, S., & Ito, M.)
- 佐部利真吾・伊藤元雄 (2002b). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係 —図形の形の効果 (25) — 日本心理学会第66回大会発表論文集, 379. (Saburi, S., & Ito, M.)
- Spehlmann, R. (1965). The averaged electrical responses to diffuse and to patterned light in the human. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **19**, 560-569.
- 鳥居修晃 (1969). 形の知覚 和田洋平・大山 正・今井省吾 (編) 感覚・知覚心理学ハンドブック 誠信書房 pp. 478-503. (Torii, S.)
- 横瀬善正 (1952). 形の知覚 高木貞二・城戸幡太郎 (編) 実験心理学提要 2 岩波書店 pp. 100-140. (Yokose, Z)
- 横瀬善正 (1968). 視覚の心理学 (増補版) 共立出版 (Yokose, Z)
- 横瀬善正 (1986). 形の心理学 名古屋大学出版会 (Yokose, Z)
- Yoshida, S., Iwahara, S., & Nagamura, N. (1975). The effect of stimulus orientation on the visual evoked potential in human subjects. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **39**, 53-57.
- Zusne, L. (1970). *Visual perception of form*. New York: Academic Press.

付 録

図形の知覚と視覚誘発電位の関係 —学会発表関係 (1985-2010) 文献目録—

愛知学院大学心身科学部心理学科
VEP 研究グループ代表 伊藤元雄

- 伊藤元雄・垣下 守・荻阪良二 (1985). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係 —図形と背景の明度差の効果— 日本心理学会第49回大会発表論文集, 514. (Ito, M., Kakishita, M., & Osaka, R.)
- 伊藤元雄・垣下 守・荻阪良二 (1986). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係 —図形と背景の明度差の効果 (2) — 日本心理学会第50回大会発表論文集, 69. (Ito, M., Kakishita, M., & Osaka, R.)
- 菅田達也・伊藤元雄 (1987). 形の知覚と VEP 東海心理学会第36回大会発表抄録集, 5. (Sugata, T., & Ito, M.)
- 菅田達也・伊藤元雄・荻阪良二 (1987). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係 —図形の形の効果— 日本心理学会第51回大会発表論文集, 83. (Sugata, T., Ito, M., & Osaka, R.)
- 菅田達也・伊藤元雄・荻阪良二 (1988). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係 —図形の形の効果 (2) — 日本心理学会第52回大会発表論文集, 470. (Sugata, T., Ito, M., & Osaka, R.)

- 菅田達也・伊藤元雄・苧阪良二 (1989a). 図形の形が視覚誘発電位に及ぼす効果の検出—等視角の幾何学的な図形による検討— 生理心理学と精神生理学, 7, 121.
(Sugata, T., Ito, M., & Osaka, R.)
- 伊藤元雄・菅田達也 (1989a). 図形の形が視覚誘発電位に及ぼす効果の検出—等視角の幾何学的輪郭線図形による検討— 生理心理学と精神生理学, 7, 121.
(Ito, M., & Sugata, T.)
- 伊藤元雄・菅田達也 (1989b). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (3)— 日本心理学会第53回大会発表論文集, 523.
(Ito, M., & Sugata, T.)
- 菅田達也・伊藤元雄・苧阪良二 (1989b). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (4)— 日本心理学会第53回大会発表論文集, 524.
(Sugata, T., Ito, M., & Osaka, R.)
- 伊藤元雄・菅田達也 (1990). 図形の形が視覚誘発電位に及ぼす影響—図形の orientataion が異なる条件下での検討— 東海心理学会第39回大会発表論文集, 82.
(Ito, M., & Sugata, T.)
- 菅田達也・伊藤元雄・苧阪良二 (1990). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (5)— 日本心理学会第54回大会発表論文集, 414.
(Sugata, T., Ito, M., & Osaka, R.)
- 桑原啓史・伊藤元雄・菅田達也 (1991). 主観的輪郭の形が視覚誘発電位に及ぼす影響 東海心理学会第40回大会発表論文集, 65.
(Kuwabara, H., Ito, M., & Sugata, T.)
- 菅田達也・伊藤元雄・桑原啓史・苧阪良二 (1991). 図形の形が視覚誘発電位に及ぼす効果の検出—等視角の幾何学的輪郭線図形による検討 (2)— 生理心理学と精神生理学, 9, 111–112.
(Sugata, T., Ito, M., Kuwabara, H., & Osaka, R.)
- 伊藤元雄 (1991). 幾何学的パターンに対するヒトの視覚誘発電位 第12回京都心理学セミナー (日本イタリア京都館)
(Ito, M.)
- 伊藤元雄・菅田達也・桑原啓史 (1991). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (6)— 日本心理学会第55回大会発表論文集, 11.
(Ito, M., Sugata, T., & Kuwabara, H.)
- 桑原啓史・伊藤元雄・菅田達也・苧阪良二 (1991). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (7)— 日本心理学会第55回大会発表論文集, 12.
(Kuwabara, H., Ito, M., Sugata, T., & Osaka, R.)
- 伊藤元雄・菅田達也・桑原啓史 (1992). 幾何学的図形の形が視覚誘発電位に及ぼす効果の検出—固視点と図形との距離を変化させた場合— 生理心理学と精神生理学, 10, 121–122.
(Ito, M., Sugata, T., & Kuwabara, H.)
- 菅田達也・伊藤元雄・桑原啓史・苧阪良二 (1992). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (8)— 日本心理学会第56回大会発表論文集, 849.
(Sugata, T., Ito, M., Kuwabara, H., & Osaka, R.)
- 桑原啓史・伊藤元雄・菅田達也・苧阪良二 (1992). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (9)— 日本心理学会第56回大会発表論文集, 850.
(Kuwabara, H., Ito, M., Sugata, T., & Osaka, R.)
- 伊藤元雄・桑原啓史・菅田達也 (1993). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (10)— 日本心理学会第57回大会発表論文集, 619.
(Ito, M., Kuwabara, H., & Sugata, T.)
- 菅田達也・伊藤元雄・桑原啓史 (1993). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (11)— 日本心理学会第57回大会発表論文集, 620.
(Sugata, T., Ito, M., & Kuwabara, H.)
- 桑原啓史・伊藤元雄・菅田達也・苧阪良二 (1993). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (12)— 日本心理学会第57回大会発表論文集, 621.
(Kuwabara, H., Ito, M., Sugata, T., & Osaka, R.)
- 呉 佳蓉・伊藤元雄・桑原啓史・菅田達也 (1994). 角, 直線, 円弧が視覚誘発電位に及ぼす影響 東海心理学会第43回大会発表論文集, 42.
(Go, K., Ito, M., Kuwabara, H., & Sugata, T.)
- 上坂佳子・伊藤元雄・桑原啓史・菅田達也 (1994a). 顔パターンが視覚誘発電位に及ぼす影響 東海心理学会第43回大会発表論文集, 43.
(Kousaka, Y., Ito, M., Kuwabara, H., & Sugata, T.)
- 菅田達也・伊藤元雄・桑原啓史 (1994). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (13)— 日本心理学会第58回大会発表論文集, 455.
(Sugata, T., Ito, M., & Kuwabara, H.)
- 桑原啓史・伊藤元雄・菅田達也 (1994). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (14)— 日本心理学会第58回大会発表論文集, 456.
(Kuwabara, H., Ito, M., & Sugata, T.)
- 伊藤元雄・桑原啓史・菅田達也・鈴木一弥・川合裕子 (1994). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (15)— 日本心理学会第58回大会発表論文集, 457.
(Ito, M., Kuwabara, H., Sugata, T., Suzuki, K., & Kawai, Y.)
- 上坂佳子・伊藤元雄・桑原啓史・菅田達也 (1994b). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (16)— 日本心理学会第58回大会発表論文集, 458.
(Kousaka, Y., Ito, M., Kuwabara, H., & Sugata, T.)
- 呉 佳蓉・伊藤元雄・桑原啓史・菅田達也・木田光郎 (1994). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (17)— 日本心理学会第58回大会発表論文集, 459.
(Go, K., Ito, M., Kuwabara, H., Sugata, T., & Kida, M.)
- Ito, M., Kuwabara, H., Sugata, T., Suzuki, K., & Kawai, Y. (1995). Visual evoked potentials to geometric forms:

- Effects of selective attention. *Abstracts of the 11th International Conference on Event-Related Potentials of the Brain* (Okinawa, Japan), 79.
- 伊藤元雄・桑原啓史・菅田達也 (1995). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (18)— 日本心理学会第59回大会発表論文集, 478.
(Ito, M., Kuwabara, H., & Sugata, T.)
- Ito, M., Sugata, T., Kuwabara, H., Wu, C., & Kojima, K. (1996). Effects of the angular patterns with sharp and round corners on visual evoked potentials. *Abstracts of the 26th International Congress of Psychology* (Montreal, Canada). *International Journal of Psychology*, **31**, 3, 4, 19.
- 伊藤元雄・桑原啓史・菅田達也・小島一文 (1996). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (19)— 日本心理学会第60回大会発表論文集, 465.
(Ito, M., Kuwabara, H., & Sugata, T., & Kojima, K.)
- 伊藤元雄・菅田達也・桑原啓史・小島一文 (1997a). 幾何学的図形の形と空間的方位が視覚誘発電位に及ぼす効果 生理心理学と精神生理学, **15**, 100.
(Ito, M., Sugata, T., Kuwabara, H., & Kojima, K.)
- 伊藤元雄・菅田達也・桑原啓史・小島一文 (1997b). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (20)— 日本心理学会第61回大会発表論文集, 410.
(Ito, M., Sugata, T., Kuwabara, H., & Kojima, K.)
- 伊藤元雄・菅田達也 (1998). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (21)— 日本心理学会第62回大会発表論文集, 470.
(Ito, M., & Sugata, T.)
- 伊藤元雄・菅田達也・古里淑乃 (1999). 幾何学的パターンの角度性が視覚誘発電位に及ぼす効果 生理心理学と精神生理学, **17**, 139.
(Ito, M., Sugata, T., & Furusato, Y.)
- 古里淑乃・伊藤元雄・菅田達也 (1999). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (22)— 日本心理学会第63回大会発表論文集, 234.
(Furusato, Y., Ito, M., & Sugata, T.)
- 伊藤元雄・菅田達也 (2001). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (24)— 日本心理学会第65回大会発表論文集, 83.
(Ito, M., & Sugata, T.)
- 佐部利真吾・伊藤元雄 (2002a). 幾何学的パターンの角度性が視覚誘発電位に及ぼす効果—上方・下方視野における検討— 生理心理学と精神生理学, **20**, 201.
(Saburi, S., & Ito, M.)
- 伊藤元雄・古里淑乃・菅田達也・佐部利真吾 (2002). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (23)— 日本心理学会第66回大会発表論文集, 378.
(Ito, M., Furusato, Y., Sugata, T., & Saburi, S.)
- 佐部利真吾・伊藤元雄 (2002b). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (25)— 日本心理学会第66回大会発表論文集, 379.
(Saburi, S., & Ito, M.)
- 伊藤元雄・菅田達也・佐部利真吾 (2003). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (26)— 日本心理学会第67回大会発表論文集, 425.
(Ito, M., & Sugata, T., & Saburi, S.)
- 菅田達也・古里淑乃・佐部利真吾・伊藤元雄 (2003). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (27)— 日本心理学会第67回大会発表論文集, 426.
(Sugata, T., Furusato, Y., Saburi, S., & Ito, M.)
- 伊藤元雄・菅田達也 (2004). 図形の形と空間的方位が視覚誘発電位に及ぼす効果 生理心理学と精神生理学, **22**, 176.
(Ito, M., & Sugata, T.)
- 伊藤元雄・菅田達也 (2005). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (28)— 日本心理学会第69回大会発表論文集, 439.
(Ito, M., & Sugata, T.)
- 伊藤元雄・菅田達也 (2006). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (29)— 日本心理学会第70回大会発表論文集, 475.
(Ito, M., & Sugata, T.)
- 伊藤元雄 (2007a). 縦縞・横縞パターンが視覚誘発電位に及ぼす効果—方位の分析を中心にして— 生理心理学と精神生理学, **25**, 172.
(Ito, M.)
- 伊藤元雄 (2007b). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (30)— 日本心理学会第71回大会発表論文集, 422.
(Ito, M.)
- 伊藤元雄 (2008). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (31)— 日本心理学会第72回大会発表論文集, 460.
(Ito, M.)
- 伊藤元雄 (2010). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係—図形の形の効果 (32)— 日本心理学会第74回大会発表論文集, 479.
(Ito, M.)

平成22年9月22日

Effects of the Spatial Orientation of Geometric Figures in Lower and Upper Visual Fields on Visual Evoked Potentials

Motoo ITO, Shingo SABURI

Abstract

As an examination of effects of the spatial orientation of geometric figures on pattern-onset visual evoked potentials (VEPs), squares with different spatial orientations of equal length were presented binocularly in the lower and the upper visual fields (LVF and UVF). Figure conditions consisted of five figures of different spatial orientations (the ratio of verticals/horizontals: 5 : 1, 4 : 2, 3 : 3, 2 : 4, 1 : 5) in each visual field. Transient VEPs were recorded referentially frominion and 5, 10 and 15cm above it (I, I5, I10 and I15) for 12 participants. The subtracted waves were recorded between the figure and the blank (control) conditions. Negative N1 wave (averaged peak latencies: about 137ms) in the LVF and positive P wave (about 132ms) in the UVF were identified. ANOVAs of repeated measures were conducted for the amplitudes and peak latencies of Location I5 in both visual fields. Regarding the N1 and the P, the amplitudes significantly decreased as the ratio of verticals/horizontals gradually decreased. As to the latency measure, the interaction (visual field (2) \times spatial orientation (5)) was tended to be significant. Thus, it was shown on the amplitude measure that the spatial orientation might have the same effect as the angularity of figures, clarified by Ito & Saburi (2010).

Keywords: form perception, visual evoked potentials, lower and upper visual fields, spatial orientation