

下方・上方視野における幾何学的図形の角度性と空間的方位が 視覚誘発電位に及ぼす効果

伊藤元雄*¹⁾ 佐部利真吾*²⁾

幾何学的図形の角度性と空間的方位が一過性のパターン出現視覚誘発電位 (VEP) に及ぼす効果を検討する試みの一環として、垂直方向の角度を30°, 60°, 90°, 120°, 150°と変化させた黒輪郭線の菱形と、菱形と縦:横の比率を一定にして菱形に外接させた楕円が下方視野, 上方視野に提示された。10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) から基準導出された。下方視野では陰性電位の N1 波 (平均頂点潜時約143ms), 上方視野では陽性電位の P 波 (約136ms) が取得された。反復測定 2 要因 ANOVA が部位 I5 の振幅と潜時に対して実施された。総じて, N1 波, P 波ともに菱形は楕円よりも振幅が大きかった。また, 30°, 150°条件を除いて, 菱形, 楕円における N1 波の振幅は角度性の関数として, とともに類似した勾配で減少した。P 波振幅の減少は楕円よりも菱形でより急峻であった。この所見は, LVF では空間的方位の効果のみが出現し, UVF では角度性の効果が空間的方位の効果に重畳していたこと示唆している。

キーワード: 形の知覚, 視覚誘発電位, 下方・上方視野, 角度性, 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、それに特に形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ない、発表を行ってきた。それらの研究については、伊藤・佐部利 (2011a) の引用文献、付録の文献目録を参照されたい。

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、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) が得られたが、角度が増すにつれ、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が大きいことを論じた。

また、伊藤・佐部利 (2011a) では、伊藤・佐部利 (2010) の実験結果は、刺激図形 (単一線分角度図形) 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、方向性的変化、すなわち空間的方位の効果として捉えることも可能であると考えられた。そして、下方, 上方視野に縦長から横長へと数段階に変化させた長さの等しい長方形を提示し、方位の変化に伴う VEP の振る舞いを検討した。その結果、方位が垂直から水平方向になるにつれ、下方視野の N1 波 (平均頂点潜時137ms), 上方視野の P 波 (132ms) の振幅はともに漸次有意な減少を示した。

このように、空間的方位によっても、VEP には角度性の効果と同様な効果が生じることが明らかとなっ

* 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

た。したがって、伊藤、佐部利 (2010) により示された角度性の関数としての N1 波、P 波振幅の減少は、方位の効果のみによって生じた結果か、または角度性の効果が方位の効果とは別に存在し、それが方位の効果に加重した結果なのか、という問題が提起される。そこで、本報告では、角度性の効果と方位の効果と同時に比較し、振幅の減少が方位の効果のみで説明できるのか、または方位の効果に角度性の効果が加重しているのかを検討してみることにした。すなわち、垂直方向の角度を数段階に変化させた菱形と、それに外接する楕円を提示した際の VEP の振舞いを検討する。一連の先行研究から正三角形、そして正方形の空間的方位を変化させた菱形は円形よりも大きな反応を生ずることが知られているので (伊藤, 1999)、図形が垂直から水平に移行してもその効果が保存されるならば、菱形条件は楕円条件よりも大きな反応を生じさせることが予想できる。また、下方視野の N1 波、上方視野の P 波の振幅は垂直から水平への移行により漸次減少し、その減少の勾配が楕円条件に比べ菱形条件で急激であれば、方位の効果に角度性の効果が加重していると考えられることができる。もし菱形条件でも楕円条件と同様の勾配で減少すれば、その現象は方位の効果のみで説明できることになる。

目 的

垂直方向の角度を数段階に変化させた菱形と、それに外接する楕円を用いて、下方視野の陰性電位 N1 波、上方視野の陽性電位 P 波の振幅にどのような変化が見られるかの実験的検討を通じて、両図形間の比較、さらには角度性の効果と空間的方位の効果に関して考察を行う。

方 法

実験参加者 健常成人 10 名 (男性 4 名, 女性 6 名, 平均年齢 28.8 歳, SD 11.7 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 (fixation point: 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, 下方視野, 上方視野ともに, 菱形条件として輪郭長 12cm の菱形で, 垂直方向の角度を 30°, 60°, 90°, 120°, 150° に変化させたもの 5 種, それに楕円条件として菱形との間で縦: 横の比率を一定にして各菱形に外接させた楕円 5 種を用いた。図形

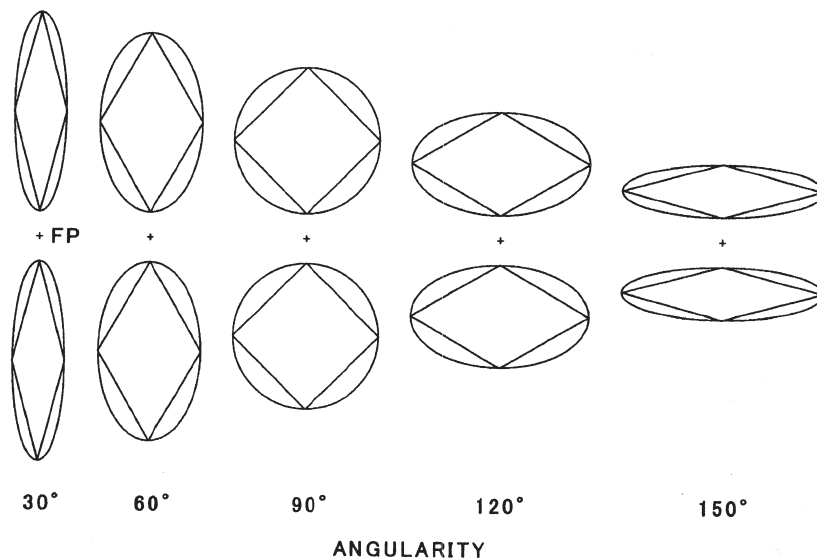


Figure 1 Stimulus figures used in the present experiment. Diamonds with different angularities and the corresponding ellipses. Each figure was presented either above or under the fixation point (FP). They are superimposed to indicate their spatial relations. Angular separation between the FP and the top (the bottom) of the figure was held constant at 0.5°.

の上端（下端）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21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2セッション実施した。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, 15 cm (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16回加算平均した（標本化時間：1ms）。

データの分析 刺激提示前100ms の平均電位を基線として、実験参加者ごとの波形（32回加算：16回×2セッション）を求めた。今回、対照条件の波形は各実験参加者ともほぼフラットであったため、図形条件の波形から対照条件の波形の減算を行わなかった。平均振幅（部位 I5）に関しては、視野別に反復測定2要因分散分析（ANOVA）を形（2）×空間的方位（5）に対して、また平均頂点潜時（I5）に関しては、形別に反復測定2要因 ANOVA を視野（2）×空間的方位（5）に対して実施した。なお、本実験では Mauchly test による大局的球形仮説の検定を行った結果、いずれも

仮説は棄却された。さらに、局所的球形仮説についても検定し、それが棄却された場合には、Huynh-Feldt の自由度の ϵ 修正を行った。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

Figures 2, 3 に、実験参加者10名の下方視野、上方視野における総平均波形を示した。いずれの条件とも 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143ms）、P 波（上方視野：約136ms）が同定可能であった。Figure 4 に、I5 における頂点潜時を基準として計測した N1 波、P 波振幅の平均頭皮上分布を示した。

Figure 5 に、I5 における N1 波、P 波の平均振幅と標準偏差 (SD) を示した。Figure 5 から、特に菱形条件において N1 波、P 波とも 30° 条件で 60° 条件よりも振幅が減少しており、一貫した振幅の減少を示していないことが分かる。しかし、N1 波では、菱形の 30° 条件と楕円の 150° 条件が特異的であるとはいえ、菱形条件と楕円条件ともほぼ同様の勾配で振幅が減少している。一方、P 波では 30° 条件を除いて楕円条件ではほとんど変化がなく、それに対し菱形条件では比較的急な勾配で振幅が減少している。そして、 30° 条件では、楕円条件で急激に振幅が増大し、菱形条件では逆に減少していることが分かる。I5 における N1 波振

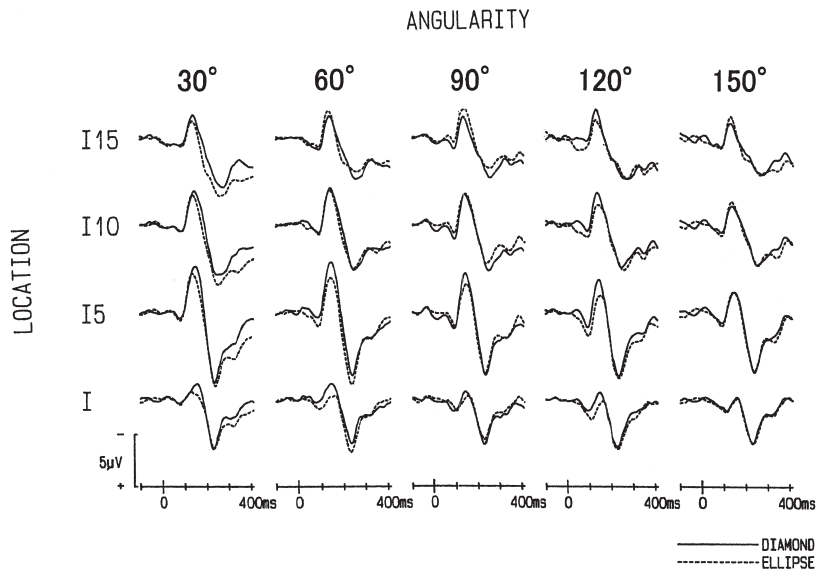


Figure 2 Grand-averaged waveforms for the diamonds with different angularities and the corresponding ellipses in the lower visual field (LVF). Ten participants joined the experiment.

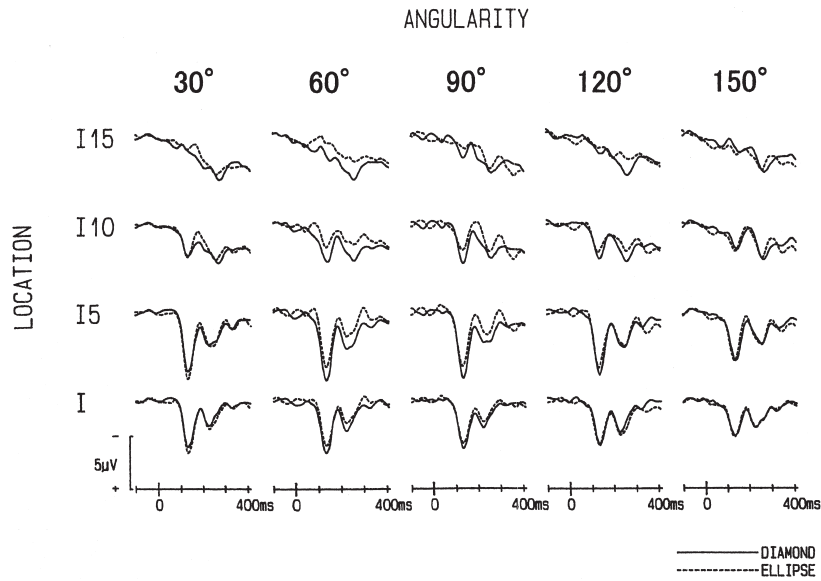


Figure 3 Grand-averaged waveforms for the diamonds with different angularities and the corresponding ellipses in the upper visual field (UVF). Ten participants joined the experiment.

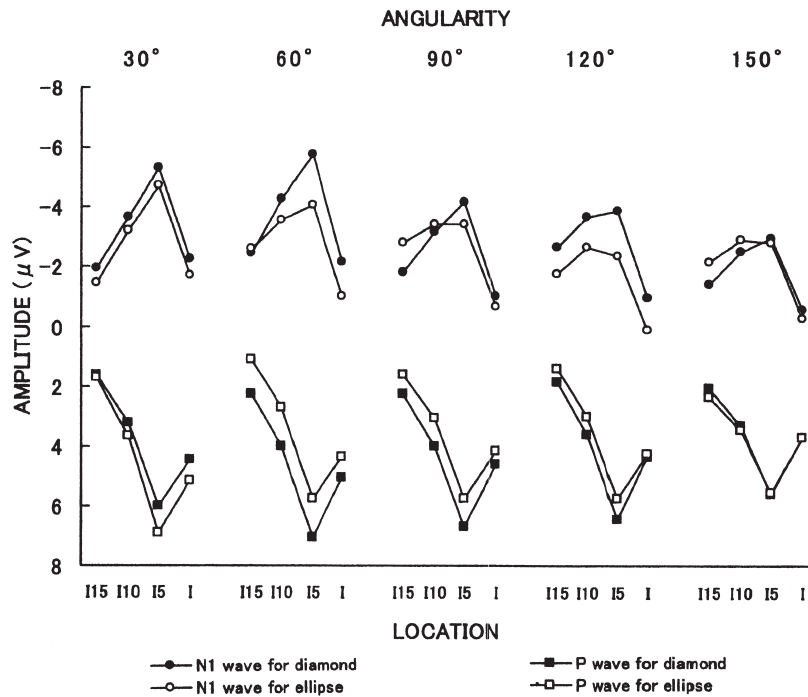


Figure 4 Averaged scalp distributions of the N1 amplitude in the LVF and the P amplitude in the UVF for the diamonds and the corresponding ellipses.

幅に関して、形 (2) × 角度 (5) の ANOVA を行った結果、形の主効果 ($F [1,9]=12.13, p<.01$) と角度の主効果 ($F [4,36]=8.50, p<.001, H-F \epsilon=.64$) が有意であった。すなわち、菱形条件は楕円条件より有意に大きかった。

角度の主効果について多重比較を行った結果、30°条件と60°条件はともに120°条件と150°条件のいずれよりも有意に大きかった。I5におけるP波振幅に関して、形 (2) × 角度 (5) の ANOVA を行った結果、形の主効

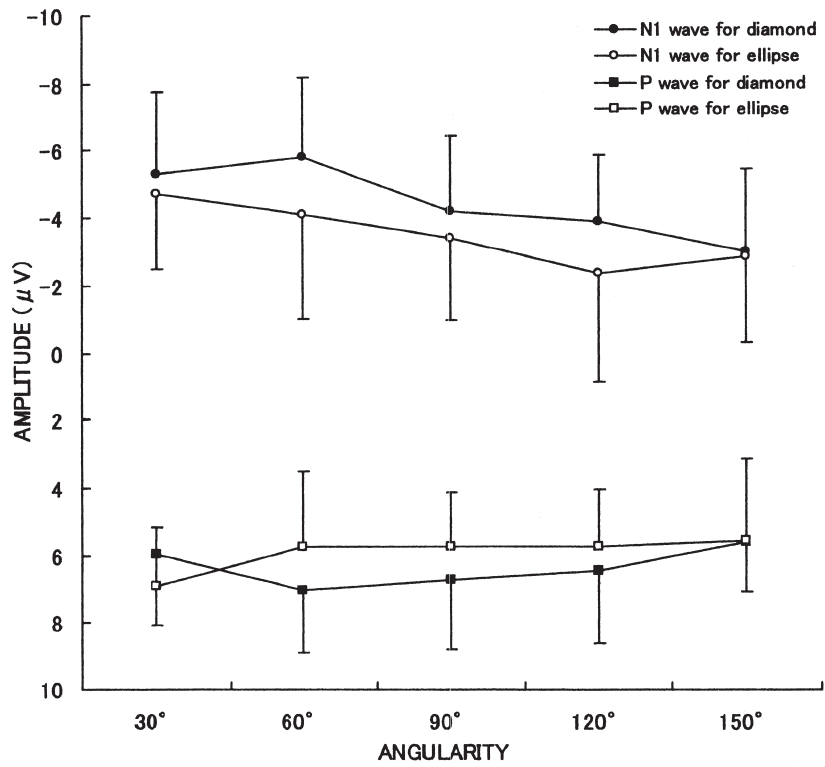


Figure 5 Averaged amplitudes of the N1 wave in the LVF and the P wave in the UVF for the diamonds with different angularities and the corresponding ellipses. Location is I5. Vertical lines indicate standard deviations (SDs).

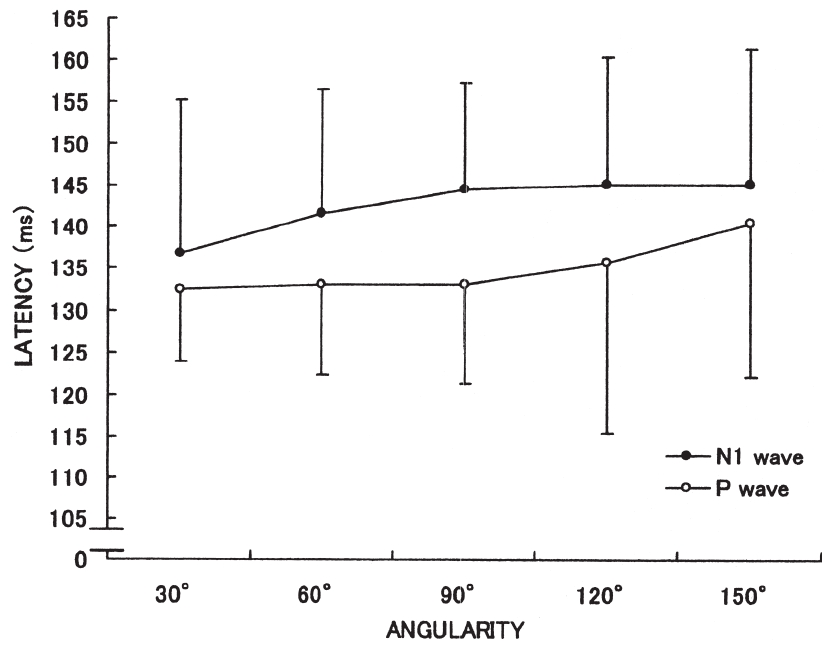


Figure 6 Averaged peak latencies of the N1 wave in LVF and the P wave in the UVF for the diamonds with different angularities. Location is I5. Vertical lines indicate SDs.

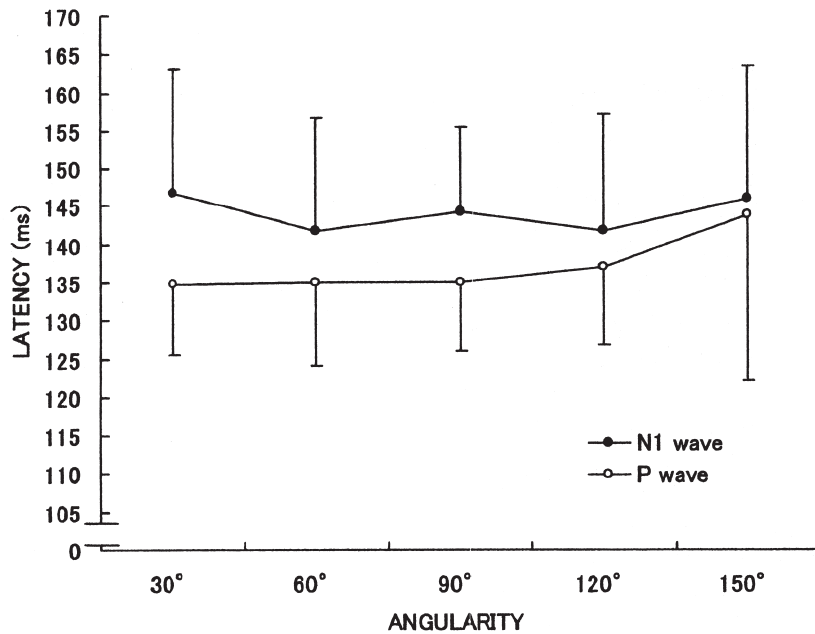


Figure 7 Averaged peak latencies of the N1 wave in LVF and the P wave in the UVF for the ellipses corresponding to the diamonds with different angularities. Location is I5. Vertical lines indicate SDs.

果が有意傾向にあった ($F [1,9]=3.64, .05 < p < .10$). すなわち、菱形条件は楕円条件より有意に大きい傾向にあった。

Figure 6に、I5における菱形条件のN1波、P波の平均頂点潜時とSDを示した。I5における菱形条件のN1波、P波の頂点潜時に関して、視野(2)×角度性(5)のANOVAを行った結果、角度性の主効果が有意傾向であった ($F [4,36]=2.70, .05 < p < .10, H-F \epsilon = .84$)。多重比較の結果、150°条件は60°条件よりも有意に長かった。

Figure 7に、I5における楕円条件のN1波、P波の平均頂点潜時とSDを示した。Figure 7より、N1波、P波とも角度の増大に伴って頂点潜時が漸次延長していることがわかる。I5における楕円条件のN1波、P波の頂点潜時に関して、(2)×角度性(5)のANOVAを行った結果、角度性の主効果が有意であった ($F [4,36]=3.06, p < .05$)。多重比較の結果、150°条件は30°条件よりも有意に長かった。

考 察

本実験の結果から、特に菱形条件においてN1波、P波振幅とも30°条件で60°条件よりも減少しており、一貫した振幅の減少を確認できなかった。これについ

ては、図形の大きさの要因を考えることができるかもしれない。線分の長さ、面積を含む図形の大きさが一過性パターン出現VEPに及ぼす効果について、DeVoe, Ripps, & Vaughan (1968)はMaxwell視系を用いて、4つの異なった大きさのフラッシュ光(10', 22', 45', 2° 40')を視野中心部に瞬間提示し、総じて直径の関数として、振幅の増大を示すものであったという。Kakigi, Miyazaki, & Mori (1972)は、5種の異なった大きさの正方形のフラッシュ光(1, 2, 4, 8, 16cm²)を短時間提示し、結果として、平均振幅は有意に増大したという結果を得ている。Yoshida (1991)も、直径5°の光円が2°の光円よりも大きな出現VEPを記録したことを報告し、Ito (2007)も、本実験と同様な実験事態で幾何学的図形の大きさ(輪郭の長さ)を変数とした出現VEPに関する検討を行い、図形の大きさの関数としてN1波と後期陽性波P2の振幅がともに増大するという明瞭な結果を得ている。また、伊藤(2008)も、図形の大きさの関数としてN1波振幅が有意に増加することを見出している。本実験における菱形の大きさ(面積)は30°条件で4.5cm²、60°条件で7.79cm²、90°条件で9cm²であり、30°条件における大きさの減少が著しく、そのため60°条件の方が30°条件よりもN1波、さらにはP波の振幅が増加したと考えられる。

本実験では、N1波、P波ともに、30°、150°条件を除いては、総じて菱形条件が楕円条件よりも大きな振幅を示した。これは、Ito, Sugata, & Kuwabara (1997)が見出した、三角形や菱形が円形よりも大きな振幅を生じさせるという結果に対応している。この結果から、その効果は少なくとも菱形の頂角が60°から120°の範囲内では、菱形は円形、楕円よりも大きなN1振幅、P振幅を生ずることが示されたといえる。

また、30°条件を除けば、N1波において、菱形条件、楕円条件とも類似した勾配で振幅が減少していることから、N1波における振幅の減少は、空間的方位の効果のみで説明できると考えることができる。一方、P波については、形の効果（楕円／菱形）と角度の効果の交互作用は統計的に有意でなかったが、Figure 5から、30°条件以外の楕円条件で振幅の変化が小さくほぼ一定であったことから、方位の効果は小さいと考えることができる。そして、楕円条件に比べて、菱形条件で振幅が急な勾配で減少していることから、菱形条件では方位の効果とは別に角度性の効果が現れて方位の効果に加重したと考えることができる。

Previc (1990)は、上方、下方視野の機能分化について有力な仮説を提出した。それによれば、上方視野は主に小細胞系（parvo system）に関連しており、刺激に対してローカル、線形的に応答し、身体外空間に向けられる視覚的探索や認知の機構に結びついている。一方、下方視野は主に大細胞系（magno system）に関連し、刺激に対してグローバル、非線形的に応答し、身体近傍空間の認知やリーチング行動などに深く関わっているとされる。すなわち、上方視野と下方視野はそれぞれ大まかに形態視、空間視の機能を担っていると主張されている。荳阪（1993）は、上方、下方視野間の機能差に関する精神物理学的研究を概観し、この仮説をおおむね支持している（伊藤，1999）。

この仮説に基づけば、本実験で得られた下方視野で方位の効果のみが現れ、上方視野ではそれに角度性の効果が部分的に加重したという所見は、上方、下方視野間で角度性が生体に対してもつ意味の違いに関係していると考えられるかもしれない。Jeffreys (1996)は、下方視野において陰性に現れる腹側処理系起源のC2と、背側処理系起源のLNPが、単一頂点をもつ陰性の波形を形成することがあることを指摘している。本実験はJeffreysらの一連の研究と比較して低輝度、傍中心窩の実験事態であり、LNPが生じやすい条件であったといえる。したがって、本研究において同定された下方視野条件のN1波は、Jeffreys

(1996)のいう、C2とLNPの複合波として考えることができるかもしれない。そうであるとする、N1波は背側処理系起源のLNPの反応特性を反映していると考えられる。そして、下方視野における角度性は、注視点に向かって平行線が収束するという、遠近法的な奥行き手がかりとしての側面をもっているといえるかもしれない。本研究において、菱形条件と楕円条件でN1波振幅の減少の勾配が変わらなかったのは、菱形図形のもつ角張りが、奥行き情報と関連した角張りではなく、対象のもつ形態としての角張りという側面をもっているからであると考えられる。本実験で用いた菱形図形は線分で囲まれた閉鎖図形であり、奥行き手がかりとしてよりも、角張りをもった平面図形として知覚されやすいといえる。空間視の機能と関連した下方視野におけるN1波はLNPの特性を含んでおり、形態としての側面をもつ角張りではなく、収束線という奥行き情報と関連した角張りに対して鋭敏であると考えられるかもしれない。そのために、楕円条件と菱形条件で振幅の減少の勾配に差が見られなかったと推測することができよう。

一方、上方視野については、Previc (1990)の仮説に基づけば、形態、対象の認知と関連しているといえる。したがって、本実験においてP波に対して方向性の効果に角度性の効果が一部加重したという所見は、上方視野においては、形態としての角度性が影響したためであると考えられるかもしれない。すなわち、P波の振幅は、角度性が奥行き手がかりとしての情報をどれほど有するかというよりも、対象がどのような角張りをもっているかという、形態としての角度性の要因に関連していたといえるかもしれない。本実験で用いた菱形図形は、奥行き手がかりとしての角張りではなく、角張りをもつ対象として知覚されやすい刺激であり、したがって、形態としての角度性が影響して、楕円条件と比べて菱形条件でP波振幅の変化が促進されたと推測することができるだろう。

しかしながら、この推論を検証するには、角張りに奥行き情報としての意味をもたせた実験事態で検討する必要がある。たとえば、伊藤・佐部利（2010）で用いたような、注視点に対してのみ角張りが向いている角度図形には、注視点に向かって平行線が収束するという、遠近法的な奥行き手がかりの情報が含まれていると考えられる。そのような角度図形と、それに外接する半楕円図形に対するVEPを測定し、振幅の減少の勾配を比較する実験が考えられよう。上

述の推論に基づけば, そのような条件の下では, 下方視野で奥行きの情報と関連した角度性の効果が生じ, 方向性の効果に加重して, 角度図形で振幅の変化が促進されると予想することができる。

本実験では, 菱形, 楕円の両図形間で面積を一定にできなかった. その面積の要因のために菱形条件で一貫した振幅の減少が見られなかったと考えられる. したがって, 図形間で面積, そして輪郭の長さについても一定にして検討してみる必要があるだろう. その場合, 方位の変化, つまり縦と横の比の変化についても一定にする必要があるため, 楕円条件と菱形条件の間で面積, または輪郭の長さを一定にする, あるいは, 楕円または菱形の条件内で一定にする実験事態が考えられる. それらの組み合わせの何通りかを調べ, 総合的に検討していくことが必要であろう。

頂点潜時については, N1波, P波とも水平方向に広がった図形で延長する傾向があり, それは楕円条件で顕著であった. これは振幅の変化と対応しており, 振幅が小さいときには頂点潜時が延長するという特性を示しているといえる. しかしながら, 伊藤・佐部利 (2010) ではP波はU字型の特性を示しており, 頂点潜時について一貫した所見が得られていない. この頂点潜時の特性については, 今後の研究課題といえる。

付 記

本報告の概要は, 2011年9月, 日本心理学会第75回大会 (日本大学主催) において, 伊藤元雄・佐部利真吾により発表された (伊藤・佐部利, 2011b). なお, 本報告は, 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

- DeVoe, R. G., Ripps, H., & Vaughan, H. G. (1968). Cortical responses to stimulation of the human fovea. *Vision Research*, **8**, 135-147.
- 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.
- 伊藤元雄 (1999). 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 名古屋: あるむ (Ito, M. (1999). *Psychophysiological studies on form perception by means of visual evoked potentials*. Nagoya: Arm.)
- 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). 縦縞, 横縞パターンが視覚誘発電位に及ぼす影響 —空間的的定位と大きさの効果— 愛知学院大学心身科学研究所紀要, 心身科学, **1**, 1-7.

(Ito, M. (2008). Influences of the patterns of vertical and horizontal stripes on visual evoked potentials. *Journal of the Institute of Psychological and Physical Science of Aichi Gakuin University, Psychological and Physical Science*, **1**, 1-7.)

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.)

伊藤元雄・佐部利真吾 (2011a). 下方・上方視野における幾何学的図形の空間的方位が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, 心身科学, **3**, 1-11.

(Ito, M., & Saburi, S. (2011a). The effects of spatial orientation of the figure in the lower and upper visula field on visual evoked potentials. *Journal of the Institute for Psychological and Physical Science of Aichi Gakuin University, Psychological and Physical Science*, **3**, 1-11.)

伊藤元雄・佐部利真吾 (2011b). 図形の知覚と視覚誘発電位の関係 —図形の形の効果 (33) — 日本心理学会第75回大会発表論文集, 494.

(Ito, M., & Saburi, S)

Ito, M., Sugata, T., & Kuwabara, H. (1997). Visual evoked potentials to geometric forms: Effects of spatial orientation. *Japanese Psychological Research*, **39**, 339-344.

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. (1996). Visual evoked potential evidence for parallel processing of depth- and form-related information in human visual cortex. *Experimental Brain Research*, **111**, 79-99.

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.

Kakigi, S., Miyazaki, M., & Mori, T. (1972). Human visual evoked response as a function of stimulus size and density of patterned stimulus. *Japanese Psychological Research*, **14**, 133-140.

荻阪直行 (1993). ヒトの上下視野の機能分化と生態学的

制約性 三上章允（編） 視覚の進化と脳 朝倉書店
pp. 165–185.
(Osaka, N.)
Previc, F.H. (1990). Functional specialization in the lower and
upper visual fields in humans: Its ecological origins and

neurophysiological implications. *Behavioral and Brain
Sciences*, **13**, 519–575.
Yoshida, S. (1991). Dual process model for pulse–light visual
evoked potentials. *Japanese Psychological Research*, **33**,
108–114.

最終版平成23年10月1日受理

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

Motoo ITO, Shingo SABURI

Abstract

As an examination of the effects of angularity and spatial orientation of geometric figures on transient pattern-onset visual evoked potentials (VEPs), black-outlined diamonds and ellipses were presented in the lower and the upper visual fields (LVF and UVF). The diamonds, their angles being 30°, 60°, 90°, 120° and 150° in the vertical direction and the corresponding ellipses were used. VEPs were recorded referentially from inion, and 5, 10 and 15cm above it (I, I5, I10 and I15) for ten participants. Negative N1 waves (averaged peak latencies: about 143ms) in the LVF and positive P waves (about 136ms) in the UVF were identified. Two-way ANOVAs of repeated measures were conducted for the amplitudes and peak latencies of Location I5. Generally, the diamonds were larger than the ellipses on the N1 and the P amplitudes. Except for the 30° and 150° conditions, the N1 amplitudes in the diamonds and ellipses both decreased with the same tendency as a function of angularity. The decrease in the P amplitudes was steeper for diamonds than for ellipses. The findings might suggest that the effect of spatial orientation solely appeared in the LVF and the effect of angularity was superimposed to the effect of spatial orientation in the UVF.

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