両眼視野闘争時における知覚運動の交替に伴う眼球運動変化

○丸山 雅紀、 小林 哲生 (北海道大学 電子科学研究所)

Eye movements reflecting alternation of perceived drifting direction in binocular rivalry
Masaki Maruyama and Tetsuo Kobayashi (Research Institute for Electronic Science,
Hokkaido University)

1.はじめに 左右眼に独立に、競合して運動する図形を提示すると、提示されている運動図形は変化しないにもかかわらず知覚する運動は内因的に交替、すなわち競合する左右の運動図形が交互に知覚される。我々は両眼視野闘争と呼ばれるこの現象を通じ、視覚認知に関わる脳の高次機能の解明を研究の目的としている。

本研究では視野闘争時における知覚運動交替に伴う不随意的眼球運動の変化時刻と、被験者の主観的判断に基づくボタン押しによる知覚運動交替時刻を計測し、比較・検討した。又、左右の眼に同一の運動図形を提示し、ドリフト方向を変化させて被験者の知覚運動を外因的に変化させる（両眼視野融合）対照実験も行った。

2.実験方法 使用した刺激図形を図1に示す。パソコンで画面左右に6本の縦縞（白10cd/m²、背景は黒地で0.04cd/m²、大きさは視角にして2°×2°）を左右に作る。視野闘争実験では左側の図形は左、右側の図形は右方向にドリフトさせる。視野融合実験では左右の図形を同じ方向にドリフトさせ、ガンマ分布（平均2500ms、標準偏差800ms）に一致するゆらぎを有する時間間隔でドリフトの向きを左右に反転させる。ドリフト速度は共に2°/secとした。この左右の運動図形を3D液晶ディスプレイ（三洋電機 AV システム株式会社、THD-15DX1）上で同位置に重ね、左側に作った図形は左眼のみに、右側に作った図形は右眼のみに独立に提示する。

被験者は6名（21～34歳）である。被験者には運動図形を注視しながらマウスの左右2つのボタンを右手で操作し、知覚運動の方向が右なら右のボタン、左なら左のボタンを押し続け、判らない時は押さないよう指示した。

Fig.1 A pair of drifting gratings used in binocular fusion and rivalry. Arrow indicates the direction of the drift in each grating.

眼球運動は強膜反射法を用いた両眼眼球運動検出器（竹井機器工業、TKK2901）で計測した。又、ボタン押しのデータと、更に視野融合時には運動図形の交替時刻も同時計測した。計測時間は視野融合・闘争実験共に90秒で、3セットずつ行った。

3.結果・考察 被験者MKについて、視野融合時の眼球運動、ボタン押し（白抜き：右ボタン押し、斜線：左ボタン押し）及び図形の運動方向の交替時刻（破線）を図2(a)に、視野闘争時の眼球運動とボタン押しを図2(b)に示す。横軸は時刻、縦軸は眼球の変位を視角で表わしており、正方向を右にとった。視野融合・闘争共に、追従（緩やかな勾配）と跳躍の（急な勾配）運動が繰り返されている（視運動性眼振；OKN）。視野融合時では図形の運動方向の交替時刻とボタン押し交替時刻及びOKNの方向が変化する時刻（↓,↑）に明確な対応関係が見られた。視野闘争時においてもボタン押し交替時刻とOKNの方向変換時刻に明確な対応関係が見られた。この結果は他の被験者でも同様に観測された。

従来、内因的な知覚交替は被験者の主観的判断に基づくボタン押しにより判定されてい

Fig.2 Horizontal eye movements in (a)fusion and (b)rivalry in a subject MK. Upward slopes of the recordings correspond to pursuit movements to the left and right, respectively. Reversal of OKN direction is marked with an arrow. Bottom bars indicate the press of the left button(oblique stripes) and the right button(white). Broken lines denote the time when the direction of the drift alternate.

た。これに対し以上の結果から、不随意的 OKN の方向変化を抽出し、客観的に知覚運動交替を判定できる事が明らかとなった。

視野融合時において、図形の運動方向交替時刻を基準とした時の OKN の変化の遅れ時

間 $\Delta T_{ALT-EYE}$ (白抜き棒) とボタン押し交替の遅れ時間 $\Delta T_{ALT-BUT}$ (黒棒) を被験者ごと及び総平均で比較した (図 3)。総平均は各々 $205 \pm 80ms$ 、 $460 \pm 125ms$ であった。又、 $\Delta T_{ALT-EYE}$ は $\Delta T_{ALT-BUT}$ に対し有意に短い事が分かった (二標本 t 検定、 $p < 0.001$)。これから、OKN 変化がボタン押しに先行して起こると判断できる。

OKN の変化時刻に対するボタン押し交替の遅れ時間を、視野融合時 ($\Delta T_{EYE-BUT,F}$ 、斜線棒) と視野闘争時 ($\Delta T_{EYE-BUT,R}$ 、灰色棒) とで被験者ごと及び総平均について比較した (図 4)。総平均は $255 \pm 130ms$ 、 $460 \pm 225ms$ であった。 $\Delta T_{EYE-BUT,F}$ は $\Delta T_{EYE-BUT,R}$ に対しいずれも有意に短い事が判明した ($p < 0.001$)。この結果は、OKN 変化からボタン押し交替までの脳内過程が視野融合時と視野闘争時で異なっている事を示唆している。

〔謝辞〕 本研究に対し貴重な御助言をして頂いた北海道大学電子科学研究所の栗城真也教授に謝意を表する。本研究の一部は文部省科学研究費基盤研究(A)、同萌芽的研究、財団法人寿原記念財団の研究助成により行われたものであり、謝意を表する。

〈参考文献〉 [1]加藤 他,医用電子と生体工学,36-2,111-118(1998)

Fig.3 The response latency of OKN(white bars) and button press(black bars) from the alternation of stimuli in fusion.

Fig.4 The response latency of button press from the reversal of OKN direction in fusion (striped bars) and rivalry(gray bars).