

片眼遮蔽条件下での垂直線分刺激の視方向偏位

中溝幸夫・川畑秀明

九州大学 大学院 人間環境学研究所

〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-19-1

1. はじめに

図1 aに示されているように、眼から一定距離にある前額平行面上の垂直グレーティング刺激(線分幅1 mm, 線分間隔8 mm)を、その前に置かれたリング(幅10 mm, 内径42 mm)を通して両眼で観察すると、リングの内側に見える線分とリングの外側の線分の見かけの位置が互いに“ずれて”見えるという錯視が起こる。いま、グレーティングを両眼で観察したとき、図1 bに示されているように、リングの中にちょうど5本の線分(a~e)が見えているとする。リングの中の両端の2本の線分(a'とe')は、単眼視されており(a'は右眼、e'は左眼で)、まん中の3本の線分は両眼視されている。このとき、単眼視されているリングの内側の2本の線分の見かけの位置(a', e')は、それに対応するリングの外側の線分の見かけの位置(a, e)からそれぞれ外側方向にわずかにずれて見えている。つまり、線分の一部が片眼から遮蔽されているとき、それと同じ線分の両眼視されている部分の知覚された視方向と単眼視されている部分の知覚された視方向とが異なるという“錯視”が起こる。本研究では、この錯視が遮蔽されているほうの眼に起こるわずかな眼球偏位(つまり、フォリア phoria, もしくは注視両眼像差 fixation disparity)に起因するという仮説(以下、フォリア仮説)をテストするために2つの実験を行った。実験1では、この錯視における単眼視されている線分の視方向の“ずれ”(displacement)の方向と大きさを比較的大きな被験者群について調べた。実験2では、輻輳角を制御することにより、視方向のずれの方向と大きさを輻輳角の関数として測定した。

2. 実験1

2.1 方法

実験1では、50名の被験者について、この錯視における線分偏位の方向と大きさを測定した。

2.1 方法

刺激は、垂直線分(幅1 mm)からなるグレーティング刺激(線分間隔8 mm)で、刺激の大きさは19.5 cm × 22.4 cmであった。片眼遮蔽のために幅10 mm, 内径42 mmのリングを用いた。リングには、被験者が手で持てるように3.5 cmの把手が付けられていた。被験者は、刺激を背景にして手で持ったリングの内側にちょうど5本の線分が見えるような奥行距離にリングを持ち、両眼視で刺激を観察した。被験者の課題は、リングの内側に見える5本の線分の左端(右端)の線分がリングの外側の線分と一直線に見えるかどうか、一

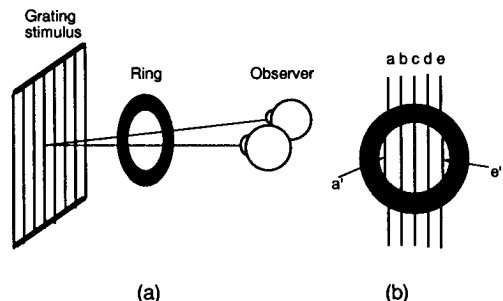


図1 錯視が起こる刺激状況(a)とリングの中の線分の見え(b)(説明本文)。

直線に見えない場合、リングの中の線分がどちらの方向にどれくらいの量、偏位しているかを、線分の幅を1.0とした比率によって口頭で報告した。判断に際して、リングの中の左端（右端）の線分を注視するように教示が与えられた。被験者が課題を実行した直後、実験者は、グレーティング刺激から被験者の眼までの距離、および刺激からリングの位置までの距離をメジャーで測定した。被験者は、成人50名であった。

2.2 結果と考察

被験者群の観察距離の平均値は、32.84 cm (SD = 7.1 cm) であった。また、刺激からリングまでの距離の平均値は4.0 cm (SD = 1.38 cm) であった。この値にもとづいて計算すると、リングの網膜像差は平均 $1^{\circ} 38'$ であった。

実験の結果が表1に示されている。表1の数値は、線分偏位の方向と線分位置（左端、右端）別に偏位が観察された被験者の数とその比率を示す。図2は、外側偏位と内側偏位のタイプ別、線分別に偏位量の平均値と標準偏差をプロットしたものである。実験の結果から以下のことが明らかになった。a) 左右それぞれの線分について平均すると、16名（32%）の被験者では偏位が観察されなかった。b) 28名（56%）の被験者では外側方向に約15分（角度）の偏位が観察された。c) 6名（12%）の被験者では、内側方向に約2.9分の偏位が観察された。つまり、68%の被験者には単眼視されている線分の視方向に偏位が起こったと言える。

「1. はじめに」で述べたように、この錯視は、リングの中の単眼視されている線分刺

表1 単眼視されている線分の見かけの偏位のタイプと標本比率

偏位のタイプ	左線分	右線分
外側偏位	32名 (.64)	25名 (.50)
内側偏位	6 (.12)	5 (.10)
偏位なし	12 (.24)	20 (.40)

激が遮蔽されているほうの眼にフォリアが起こると仮定すれば、Wells-Heringの視方向原理¹⁾によってうまく説明することができる。図3は、フォリア仮説による錯視の説明である。図3 aは、単眼遮蔽されているほうの線分の視方向を表し、図3 bは、両眼視されている線分の視方向を表す。黒丸は線分の物理的位置を、灰色の丸はその線分の知覚された位置を表す。いま、左眼にフォリアが起こり、その大きさは α° であるとする。このとき、Wells-Heringの視方向原理¹⁾【視軸上の対象は、両眼視軸の交点とサイクロプスの眼の位置を結ぶ線に見える】によれば、右眼の視軸上にある線分（黒丸）は、両眼視軸の交点fとサイクロプスの眼とを結ぶ線に見えることになる。一方、両眼視されている線分は、両眼網膜像差を生じるが、像差が小さいと視方向の平均化が起こり、線分は実際的位置に見える（図3 b）。

実験1で観察された線分の視方向偏位の個人差は、フォリアの個人差を考慮することによって、うまく説明できる。つまり、外側偏位タイプの被験者では、颞かみ側へのフォリ

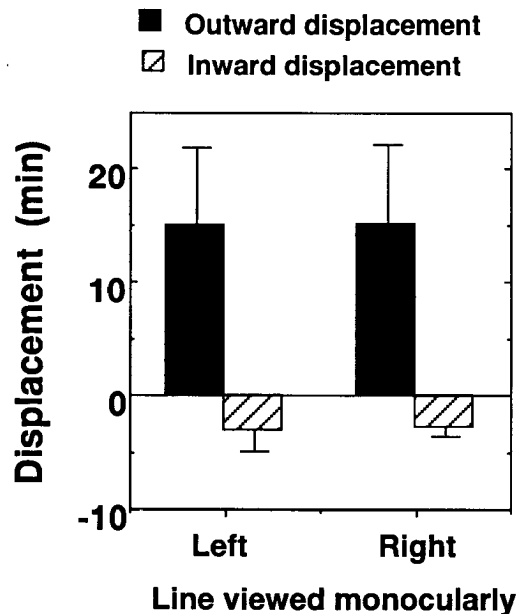


図2 偏位のタイプ別、線分別に表した線分の偏位量の平均値と標準偏差（実験1）。

ア（エキソフォリア）が起こり、内側偏位タイプの被験者では、鼻側へのフォリア（エソフォリア）が起こり、偏位が観察されなかった被験者ではフォリアが起これなかったと仮定することによって説明できる。

3. 実験 2

実験 2 では、ハプロスコープを用いて刺激をダイコプティックに提示し、両眼輻輳角の関数として線分の偏位量を測定した。もしこの錯視が観察者の両眼どちらかに起こった

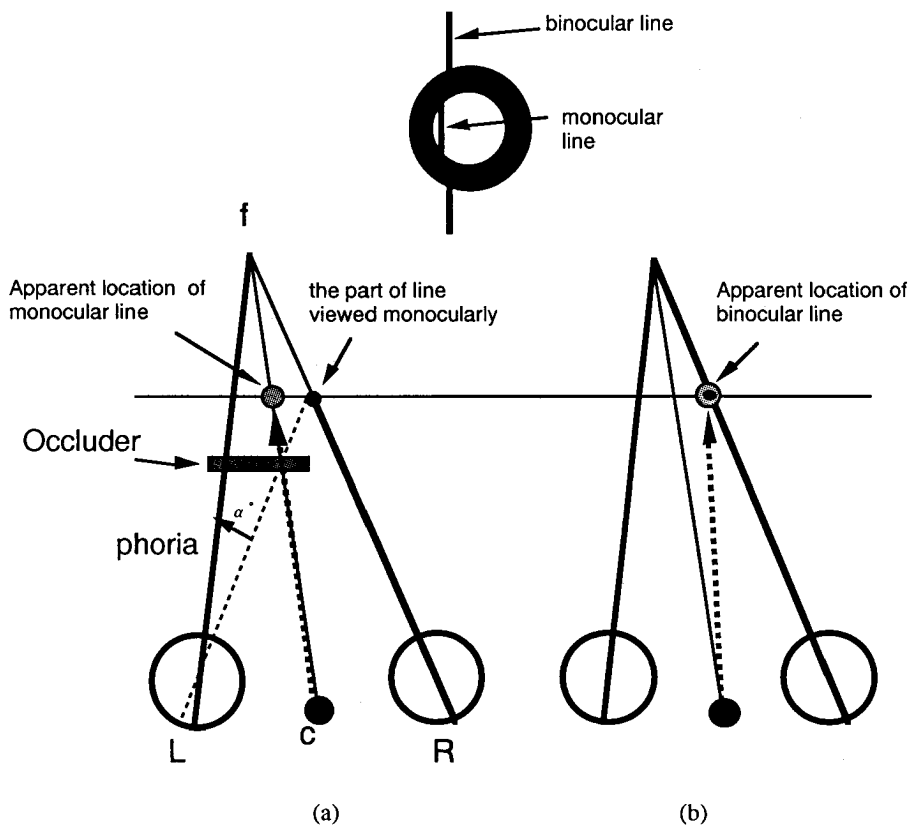


図 3 線分偏位を説明するフォリア仮説。(a) は単眼視されている線分の視方向を、(b) は両眼視されている線分の視方向を表す。C は、視方向の中心、すなわちサイクロピアンの位置を示し、太い点線は知覚された視方向を表す。

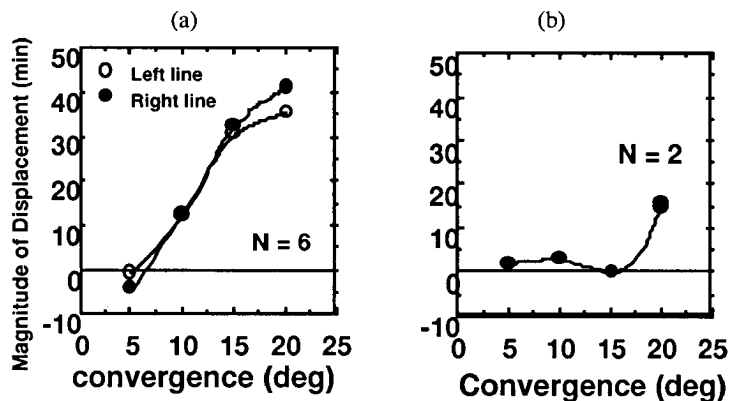


図 4 輻輳角の関数としてプロットされた線分の偏位の大きさ。(a) は、外側偏位タイプの被験者の平均値を、(b) は偏位ゼロの被験者の平均値を表す。

フォリアに起因するという仮説が正しいならば、一般にフォリアは輻輳角の増加にともなって増加する（とりわけ、エキソフォリアの場合）ので、線分偏位量は輻輳角の増加に伴って増加することが予測される。この予測を確かめることが実験2の目的であった。

3.1 方法

刺激と装置 刺激は幅2.3 mm、長さ8.2 mmの5本の線分で、線分の間隔は2.1 mmであった。線分を遮蔽するリングは、幅6 mm、直径15.3 mmであった（リングの内径は、9.3 mm）。リングは、約15'の交差性網膜像差を持っていたので、ハプロスコープで観察すると、5本の線分の手前に黒いリングが浮き上がって見えた。刺激を観察する装置は、ハプロスコープ（高田器械、シノプトフォア）で、1°の精度で輻輳角を制御することができた。

手続き 独立変数は輻輳角であり、4水準（5, 10, 15, 20°）が設けられた。観察者は、接眼レンズからハプロスコープを覗き込み、線分が偏位しているかどうかを判断し、偏位しているならばその量を実験1と同様に、線分幅の比率を使って口答で答えた。

被験者 8名の成人（男5名、女3名）が

実験に参加した。このうち6名は、実験1において外側偏位の結果を示した外側偏位タイプの被験者であり、残りの2名は偏位がないゼロ偏位タイプの被験者であった。

3.2 結果と考察

実験の結果が図4に示されている。図4は、各被験者の偏位量を被験者群で平均した平均偏位量を輻輳角の関数としてプロットしたものである。図4 aは、外側偏位タイプの被験者群6名の結果であり、図4 bは偏位なしタイプの被験者群2名の結果である。外側偏位タイプの被験者では、輻輳角の増加にともなって偏位量がほぼ単調に増加していた。一方、偏位ゼロタイプの被験者では、輻輳角15°までは偏位量はほぼゼロで、輻輳角が20°では約15'の偏位が観察された。これらの結果は、フォリア仮説の予測に矛盾するものではなく、とりわけ外側偏位タイプの被験者群の結果は、仮説の予測にうまく一致している。

文 献

- 1) S. Nakamizo, K. Shimono, M. Kondo and H. Ono: Visual direction of two stimuli in Panum's limiting case. *Perception*, 23, 1037-1048, 1994.