

ミュラー・リヤー立体刺激による奥行き対比

原田 新也

九州大学 大学院人間環境学府行動システム専攻
〒 812-8581 福岡市東区箱崎 6-19-1

1. はじめに

ステレオグラムの観察において、奥行き対比という錯視現象が生じることが知られている¹⁾。これは、刺激内に相対的な両眼網膜像差を持たない、幾何学的には傾かないとされる刺激（テスト刺激）であっても、刺激内に相対的な像差を持つ刺激（誘導刺激）と同時に呈示した場合に、傾いて知覚されるという現象である。一般に、テスト刺激は誘導刺激とは逆の方向（対比方向）に傾く。

Howard と Rogers¹⁾ は、奥行き対比について、両眼網膜像差による奥行きの絶対角に対する感受性の低さと、刺激間の相対角に対する感受性の高さが要因であると提案している。この場合の絶対角とは、誘導刺激、テスト刺激のそれぞれが単独でもつ奥行きのことである。また、相対角とは、誘導刺激とテスト刺激の間に存在する奥行きの差のことである。

Howard と Rogers¹⁾ は、この考えに基づいて、奥行き対比のメカニズムを以下のようにまとめている。通常、両眼網膜像差による奥行きは前額平行面に標準化される傾向にある²⁾。すなわち、相対的な像差を持つ刺激（誘導刺激）における奥行きは、幾何学的予測よりも過小評価される傾向にある。相対的な像差を持つ刺激（誘導刺激）の標準化がなされる時、隣接している相対的な像差を持たない刺激（テスト刺激）との間の相対角は保存されるが、その刺激の絶対角は軽視される。すなわち誘導刺激の標準化と

反対方向の見かけの奥行きがテスト刺激に付加されることになる。

先行研究において、奥行き対比 (depth contrast) と傾き対比 (slant contrast) は別の現象として区別されている³⁾。しかしながら、単一の刺激内において、奥行き対比方向と、傾き対比方向が一致しないという場合も存在する。本研究では、この場合に着目し、奥行き対比効果と傾き対比効果、どちらがより強い効果を持つのかを検討する目的で行われた。

2. 方法

2.1 観察者

成人 11 名（男性 6 名，女性 5 名）であり、うち 9 名が実験の意図を知らなかった。すべての観察者が正常な視力（矯正を含む）を有していた。

2.2 装置

ミラーステレオスコープを用い、両眼に異なる図形を呈示した。使用したパーソナルコンピュータは Apple 社製の iBook G4 であり、モニターは 21-inch CRT モニタ (Eizo FlexScan T961) であった。観察者の頭部は顎台で固定され、頭部は地面に対して垂直であった。

2.3 刺激

誘導刺激が斜線である線条件と、誘導刺激がドットである点条件という 2 つの条件が設けられた。線条件の刺激として、ミュラー・リヤー錯視図形をもとに作成したステレオグラム (図 1) を、点条件の刺激として、Pastore⁴⁾ の刺激をもとに作成したステレオグラム (図 2) を用いた。それぞれの条件において、刺激は内向図

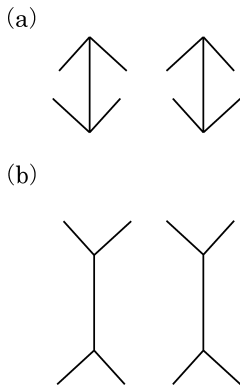


図1 ミュラー・リヤー立体刺激（線条件）. 平行法で融合した場合，上部の矢羽（短い斜線）が手前に飛び出すように見え，逆に，下部の矢羽は奥に引っ込むように見える．(a) は内向図形のステレオグラム，(b) は外向図形のステレオグラムである．

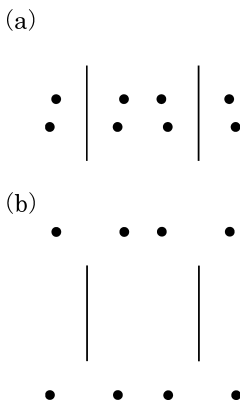


図2 Pastore⁴⁾ をもとに作成した刺激（点条件）. 平行法で融合した場合，上部のドットが手前に飛び出すように見え，逆に，下部のドットは奥に引っ込むように見える．(a) は内向図形のステレオグラム，(b) は外向図形のステレオグラムである．

形と外向図形に分かれていた．内向図形は，矢羽（短い斜線）と主線（長い直線）のなす角が鋭角であるものを，外向図形はそれが鈍角であるものを指す．点条件においては，Pastore⁴⁾ のステレオグラムの誘導刺激を，内向図形，外向図形に即した形に配置したものを用いた．これ以降，線条件における刺激をミュラー・リヤー立体刺激と呼ぶ．誘導刺激の奥行き方向は，両端の間で異なっていた．統制刺激として，垂直線のみ刺激も用いた．

2.4 手続き

観察者にはまず注視点が呈示され，マウスをクリックすると刺激が呈示された．観察者の課題は，呈示された刺激の中央部分の垂直線（主線）の傾きを前額平行面に対して平行になるように調整することであった．調整にはマウスを使用した．マウスの操作に応じて，主線の水平せん断像差が変化した．観察者にはマウスを押す（遠ざける）と主線の上部が奥に移動し，マウスを引く（近づける）と主線の上部が手前に移動するように知覚された．観察者は前額平行面に対して平行であると知覚された位置でクリックするように教示された．観察者がクリックすると同時に刺激は消失し，次の試行が開始された．刺激の観察時間に制限はなかった．

2.5 仮説

知覚されるテスト刺激の傾きについては，奥行き対比仮説からの予測と，傾き対比仮説からの予測が可能である．奥行き対比仮説とは，誘導刺激の最大の像差に対して対比方向に傾いて知覚されるという仮説であり，傾き対比仮説とは，誘導刺激の傾きに対して対比方向に傾いて知覚されるという仮説である．

線条件の内向図形においては，この二つの仮説からの予測が異なる．図3に各仮説からの予測を示す．左の列が幾何学的予測，右の列が各仮説からの予測を表す．また，右上は奥行き対比仮説からの予測を，右下は傾き対比仮説からの予測を表している．

奥行き対比仮説においては，像差について誘導刺激が正の極性を持つか，負の極性を持つかによって予測を立てる．像差の極性とは，像差の種類のことを指し，交差像差を持つ場合には正の極性を，非交差像差を持つ場合には負の極性を持つとする．図3においては，上部の誘導刺激が正の極性を，下部の誘導刺激が負の極性をもつ状態を示している．テスト刺激は，誘導刺激の極性と逆の極性を持って知覚されると考えられる．したがって，奥行き対比からは，1列目の右の図のように，時計回りにテスト刺激が傾くと予測される．

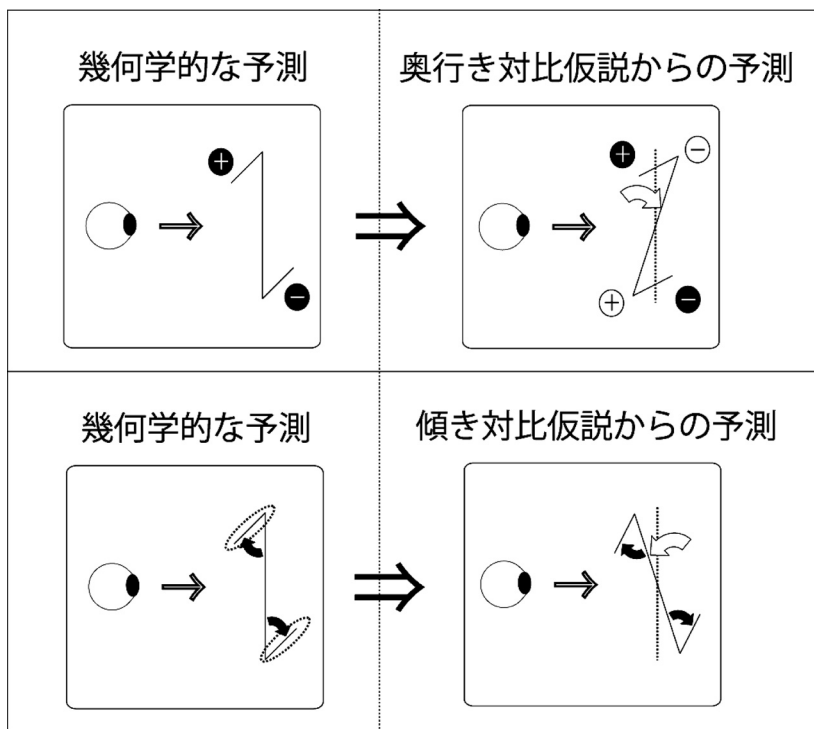


図3 各対比方向からの予測. 左の列が幾何学的に予測される状態を, 右の列が各仮説から予測される知覚を表す. また, 右上は奥行き対比仮説からの予測を, 右下は傾き対比仮説からの予測を表している.

傾き対比仮説においては, 誘導刺激の角度によって予測を立てる. すなわち, 図3において誘導刺激が時計回りに傾いているのか, 半時計回りに傾いているのが問題となる. 図3においては, 上部の誘導刺激, 下部の誘導刺激ともに時計回りに傾いている状態を示している. したがって, テスト刺激は誘導刺激と逆の方向, すなわち半時計回りに傾くと予測される. このように, 線条件の内向図形では2つの仮説からの予測は逆の傾きを示すことから, 見かけの傾きによってどちらの仮説が正しいかを明らかにすることができる.

3. 結果

結果の検討については, 観察者が調整した, 主線の水平せん断像差の最大値を指標として用いた. 図4に各条件の錯視量を示す. ここでの錯視量は, 各条件における像差の最大値と統制刺激における像差の最大値の差分と定義する.

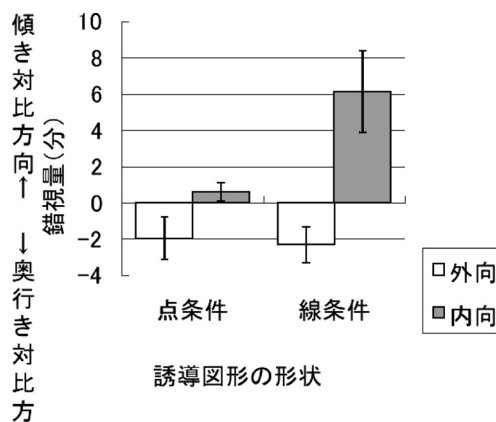


図4 実験における錯視量の平均 ($n=11$). 縦軸は錯視量を, 横軸は刺激の種類を示す. また, 正の値は傾き対比方向に, 負の値は奥行き対比方向に知覚されたことを示す.

分散分析の結果, 線条件の内向図形と統制刺激の間に有意差が見られたが ($p<.05$), 線条件における外向図形, 点条件における内向図形, 外向図形では, それぞれ統制刺激との間に有意差

は見られなかった。

4. 考 察

本研究では、奥行き対比方向と、傾き対比方向が一致しないという場合に、奥行き対比と傾き対比、どちらがより強い効果を持つのかを明らかにする目的で行われた。実験の結果から、線条件の内向図形は、傾き対比方向に傾いて知覚されることが明らかとなった。この結果は、奥行き対比よりも傾き対比がより強い効果を持つことを示唆する。しかし、実験において使用されたテスト刺激が垂直線であったために、傾き対比の影響をより強く受けたという可能性も考えられる。今後は、テスト刺激の形状を変化させた場合にも同様の結果が得られるのかを検討する必要があるだろう。

文 献

- 1) I. P. Howard and B. J. Rogers: *Binocular vision and stereopsis*, Oxford University Press, New York, 1995.
- 2) I. P. Howard and H. Kaneko: Relative shear disparities and the perception of surface inclination. *Vision Research*, **34**, 2505–2517, 1994.
- 3) R. van Ee, M. S. Banks and B. T. Backus: An analysis of binocular slant contrast. *Perception*, **28**, 1121–1145, 1999.
- 4) N. Pastore: Induction of a stereoscopic depth effect. *Science*, **144**, 888, 1964.