

主観的階段：マルチ・ウォールペーパー錯視

中溝 幸夫*・Hiroshi Ono**

*福岡教育大学 教育学部
〒811-41 宗像市赤間 729

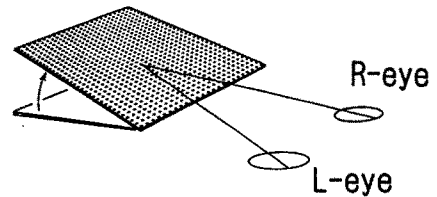
**Department of Psychology, York University
4700 Keele street, North York, Ontario, Canada

1. はじめに

直径2ミリ程度の大きさの黒いドットがほぼ5ミリ間隔で縦横均等に並んでいる2Dパターン（以下、ドットパターン）を、図1(a)に示すように、眼の高さの横断面から傾けて両眼で観察すると、パターン上に3Dの階段が見える（図1(b)）。〔以下、この知覚的な階段を、‘主観的階段’（subjective staircase）錯視と呼ぶ。〕主観的階段の各ステップは、物理的なドット面と平行に見え、より近くに見えるステップはドット面の下部に、より遠くに見えるステップはドット面の上部に見える。本研究は、物理変数であるドット間隔とパターンの傾斜角が知覚される階段の特性に与える効果を定量的に調べ、この錯視が古典的なウォールペーパー錯視と共通のメカニズムによって生じることを明らかにする。

面の傾斜角を変えることができた。パターンのほぼ中央に凝視点として長さ3mmの針が立て

(a) Real situation



(b) Perceptual situation

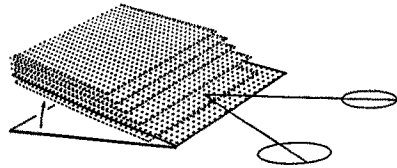


図1 (a) 主観的階段の生じる物理的状況, (b) 主観的階段。

2. 方法

2.1 刺激と装置

刺激は、直径2mmの円形の黒点（ドット）が縦横均等に並んだパターンで、大きさは25.6cm×18.0cmであった。図2に示すように、可変傾斜台の上に固定されて提示された。可変傾斜台はほぼ1度の精度で、パターン

1992年夏期研究会（7月28日）一般講演

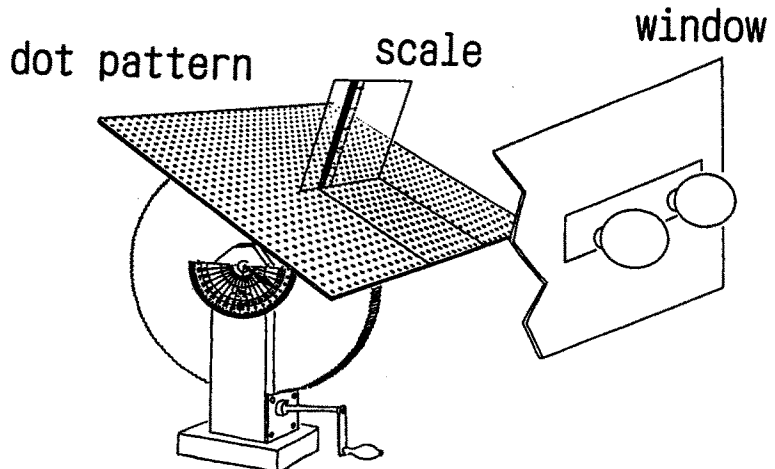


図2 装置と刺激の概略図

られた。眼から凝視点までの距離は30 cm であった。実験変数は、ドット間隔とパターンの傾斜角の2つであった。ドット間隔は、3.3, 4.8, 6.3, 7.8 mm の4水準で、傾斜角は、20, 30, 40, 50度の4水準であった。(これら2つの変数の範囲は、予備実験の結果に基づいて選択された。)

2.2 手続き

被験者の頭は顔面固定器によって固定され、眼と凝視点とが同じ高さになるように固定器の高さが調整された。被験者には2つの課題が与えられた。ひとつは、凝視点を見ながらパターン面上に観察された階段のステップの総数を報告することで、もう一つは凝視点から数えて最初のステップの高さをパターン面上に置かれたスケール上で読みとって報告することであった。スケールは、パターン面に対して直角に立てられていた(図2)。一人の被験者の総試行数は、4(ドット間隔)×4(傾斜角)×3(繰り返し)の48試行であった。

2.3 被験者

両眼視に異常のない成人3名(男性2名、女性1名)が被験者として参加した。2名は両眼視の実験に豊富な経験を持ち、1名はナイーブだった。

3. 結果

各被験者について、各下位条件における3回の試行の平均値を分析の単位とした。図3は3名の被験者が報告したステップ数の平均値をドット間隔と傾斜角の関数としてプロットしたものである。ステップ数の最大値はドット間隔3.3 mm 傾斜角20度の条件の8.6段で、最小値はドット間隔7.8 mm 傾斜角50度の2.5段であった。4×4の2要因分散分析の結果、ドット間隔と傾斜角の主効果は、統計的に有意であった[ドット間隔： $F(3, 30) = 29.545, p < 0.001$, 傾斜角： $F(3, 30) = 88.667, p < 0.001$]。交互作用は、有意ではなかった[$F(9, 30) = 1.013$]。これらの結果から、ドット間隔と傾斜角の増加にともない、知

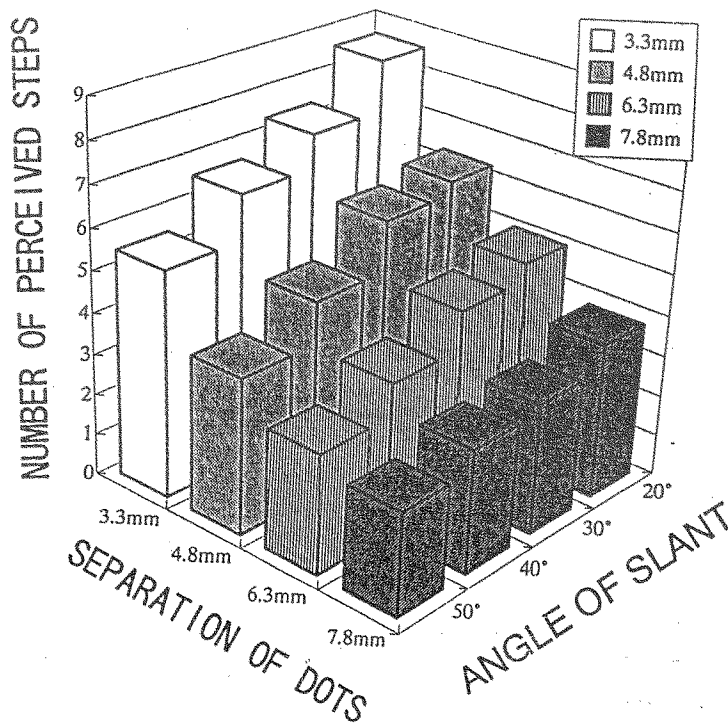


図3 ドット間隔と傾斜角の関数としてプロットされた知覚されたステップ数の平均値

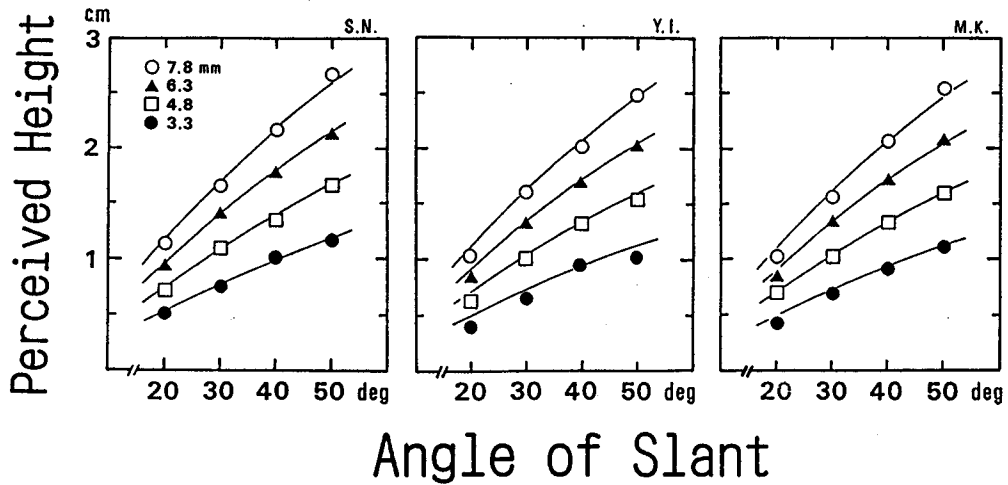


図4 ドット間隔と傾斜角の関数としてプロットされた知覚されたステップの高さ（被験者別に示されている）。

覚されたステップ数は減少したといえる。

図4は、ステップの高さの平均値をドット間隔と傾斜角の関数として被験者別にプロットしたものである。各被験者の16ポイントの平均標準偏差はS N, Y I, M Kの順に0.25, 0.31, 0.13 mmであった。4 × 4 の2要因分散分析の結果、ドット間隔と傾斜角の主効果は、統計的に有意であった[ドット間隔：F(3, 30) = 2566.244,

$p < 0.001$, 傾斜角：F(3, 30) = 2299.522, $p < 0.001$]. 交互作用も有意であった[F(9, 30) = 69.949, $p < 0.001$]. ステップの高さの平均最大値は、ドット間隔7.8 mm 傾斜角50度の25.6 mmであり、最小値はドット間隔3.3 mm 傾斜角20度の4.4 mmであった。図4に示された実線は次の式を表す。

$$H = [S \cdot D / (I + D)] \cdot \sin \theta \quad (1)$$

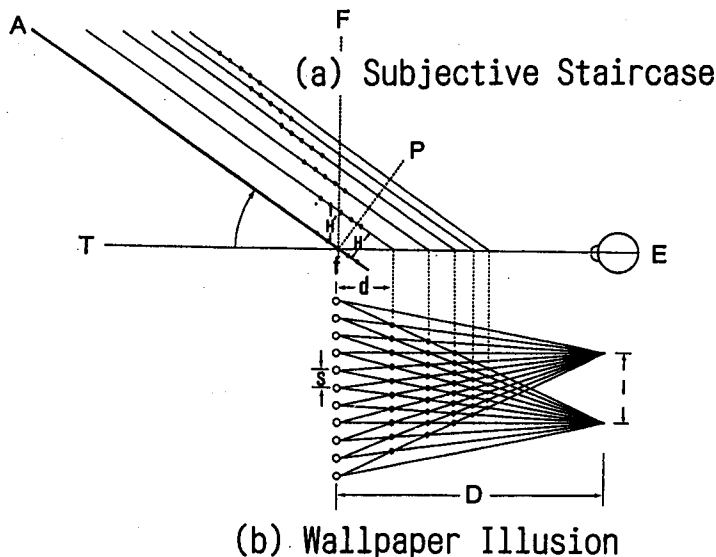


図5 ウォールペーパー錯視と主観的階段錯視との関係を幾何学的に表した図。(a)は主観的階段錯視の側面図、(b)はウォールペーパー錯視を観察者の上部から見て、幾何学的に表す。

文 献

- 1) D. Brewster: On the knowledge of distance given by binocular vision. N. J. Wade (ed): *Brewster and Wheatstone on vision*. Academic Press, London (Reprinted from *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 15, 663-674, 1844).
- 2) 近藤倫明, 中溝幸夫: ダイナミック・ウォールペーパー現象と融合性ヒステリシス. *心理学研究*, 53, 288-295, 1982.

(H: ステップの高さ, S: ドット間隔, D: 凝視距離, I: 両眼距離, θ : 傾斜角)

どの被験者の平均値も式(1)が示す予測値によく一致している。

4. 考察

実験の結果は、主観的階段錯視において知覚されるステップの数とステップの高さがドットパターンのドット間隔と傾斜角によって規定されることを示した。ところで、主観的階段錯視はどのようなメカニズムによって生じるのだろうか。

同一のパターン要素が左右に一定の間隔で並んでいるパターン(ウォールペーパー・パターン)を、眼からある物理的距離の前額平行面上に置き、その物理的距離とは異なる輻輳距離で観察すると、パターン全体の見えの距離にシフトが起こる。この距離の錯視は、ウォールペーパー錯視と呼ばれてきた^{1, 2)}。一般に、輻輳距離と対象の物理的距離が異なると、対象の網膜像は両眼網膜像差(binocular retinal disparity)を生じる。視覚システムは、網膜像差を処理することによって奥行きを出力する。ウォールペーパー・パターンの場合、パターン要素の形態が同じなので、ある要素の網膜像差はその要素との間隔がより小さな方の要素との網膜像差が選択され、奥行きに変換される。

主観的階段錯視の場合、ウォールペーパー・パターンが奥行き方向に傾斜しているので、眼からドットの各行までの距離がわずかずつ変化する。つまり、輻輳距離とパターン要素行の物理的距離との差が変化する。このことは、何枚ものウォールペーパー・パターンが距離の少しずつ異なる前額平行面上に一行ずつ並んでいるとみなすことができる。つまり、主観的階段錯視は、マルチ・ウォールペーパー錯視であるといえるのである。式(1)を幾何学的に表現したものが図5であり、主観的階段錯視とウォールペーパー錯視との関係を表している。