

## ML 錯視に及ぼす明度対比の効果 (3)

浜 口 恵 治

(人文学部文学科心理学研究室)

## The Effect of Brightness Contrast on the Müller-Lyer Illusion (3)

Keiji HAMAGUCHI

(Laboratory of Psychology, Faculty of Humanities)

**abstract:** This paper is concerned with the effect of brightness contrast between figure and ground on the Müller-Lyer illusion. Oblique lines and shaft lines of the Müller-Lyer illusion figures (obliques-out and obliques-in figures) were varied independently in brightness contrast. In the obliques-out figure the differences in brightness between the oblique lines and the shaft line reduced the illusion, and a maximal illusion was found when the oblique lines and the shaft line had the same brightness. But in the obliques-in figure brightness differences between the oblique lines and the shaft line gave no noticeable change in the size of the illusion.

### 序

ミュラー・リヤー (Müller-Lyer 以下の記述において ML と略す) 錯視図形は、周知のごとく主線部分と斜線部分より成り、外向図形では主線は過大視され、内向図形では主線は過小視される<sup>1)</sup>。このような ML 錯視現象の生起に関して、いろいろな錯視説が提起されているが<sup>2), 3), 4), 5)</sup>、「よき形態の法則」<sup>6)</sup>により生じると考えることもできる<sup>7), 8)</sup>。斜線の成す角度が $180^\circ$ である H 型図形は、単純でよい形の H 型をしているので錯視は生じないが、斜線の成す角度が $180^\circ$ 以上である外向図形や、斜線の成す角度が $180^\circ$ 以下である内向図形は、単純でよい形の H 型図形の歪んだ形であると考えることができ、そして、「よき形態の法則」の一つの要因である「よい形の要因」の働きにより、単純でよい形の H 型になるように近づこうとする傾向が生じ、外向図形の過大視や内向図形の過小視が生じるのであると考えることができる。すなわち、外向図形の場合は、H 型になるように近づけば主線は引き延ばされることになり、その結果、主線は過大視され、反対に、内向図形の場合は、H 型になるように近づけば主線は押し縮められることになり、その結果、主線は過小視されることができると考えることができる。

「よい形の要因」は、「よき形態の法則」のうちの幾つかある、まとまりの諸要因のうちの一つである。もし、ML 錯視をより一般的に、「よき形態の法則」で説明できると考えるならば、他のまとまりの要因の影響も受けて、ML 錯視は変化するはずである。「類同の要因」もまた、まとまりの諸要因のうちの一つである。もし、ML 錯視図形の主線と斜線の明度 (図地明度対比という用語を用いるべきであるが、前後の文脈から意味が通じる限り、以下の記述において簡略化のため明度あるいは明度対比という用語を用いる。また、図地明度対比は、図と地の明度比が 1 より小

さい場合と大きい場合とが考えられるが、1より小さい場合はその逆数を取り、対比は常に1より大きい値で表すものとする)をそれぞれ独立に変化させた場合、両者の明度が同じであれば類同であり、両者の明度の相違が大きくなるほど類同でなくなるといえる。そして、両者の明度が同じである場合、「類同の要因」が強く働き、ML錯視は最大となり、両者の明度の相違が大きくなればなるほど、ML錯視は減少するという仮説が成り立つ。

この「類同の要因」の仮説の検証実験が幾つか行われている<sup>9), 10), 11), 12)</sup>。しかし、これらの実験結果は一致していない。Sadza & de Weert<sup>12)</sup>はこの仮説を支持する実験結果を得たが、Wickelgren<sup>9)</sup>や Weintraub, Tong & Smith<sup>10)</sup>や 浜口<sup>11)</sup>は、斜線の明度対比が主線の明度対比より小さくなる場合はML錯視は小さくなるが、斜線の明度対比が主線の明度対比より大きくなる場合は、主線と斜線の明度が類同である場合よりもML錯視は大きくなるとの実験結果を得て、この仮説を否定した。

このような結果の不一致はどうして生じたのであろうか。著者は、平行四辺形の長対角線の過小視錯視に関して、「類同の要因」の仮説を支持する実験結果を得ている<sup>13)</sup>。それで、ML錯視に関しても、平行四辺形の長対角線の過小視錯視に関して著者が行った実験となるべく条件や手続を一致させた実験を行い、上述の諸実験の不一致の謎を探ると共に、果してML錯視にも「類同の要因」が働くのかどうかを検討することにした。

## 実 験

### 方 法

**被験者** 大学生9人(男3・女6)が用いられた。

**刺激** 標準刺激の実験条件刺激は、Fig. 1に示されているような、線幅2mmの外向(300°)と内向(60°)のML錯視図形で、主線の長さは7.5cm、斜線の長さは3.0cmであった。図形の明度は主線・斜線共にW(明灰・Munsell 番号 N=8.5), G(中灰・同 N=5.0), B(黒・同 N=1.5)のいずれかであり、その組み合わせは、WW(主線の明度が明灰・斜線の明度が明灰である図形), WG(同 明灰・同 中灰), WB(同 明灰・同 黒), GW(同 中灰・同 明灰), GG(同 中灰・同 中灰), GB(同 中灰・同 黒), BW(同 黒・同 明灰), BG(同 黒・同 中灰), BB(同 黒・同 黒)の9種とされた。これらは外向・内向図形共に設けられた(9×2=18種)。さらに、主線のみ3種の明度条件(W, G, B)が設けられ、統制条件刺激とされた。これら21種の標準刺激は、Munsell 灰色紙より切り取られ、21.6cm(縦)×16.2cm(横)の白ケント紙に貼り付けられ、主線が縦になるように呈示された。

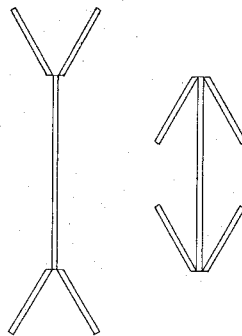


Fig.1 標準刺激

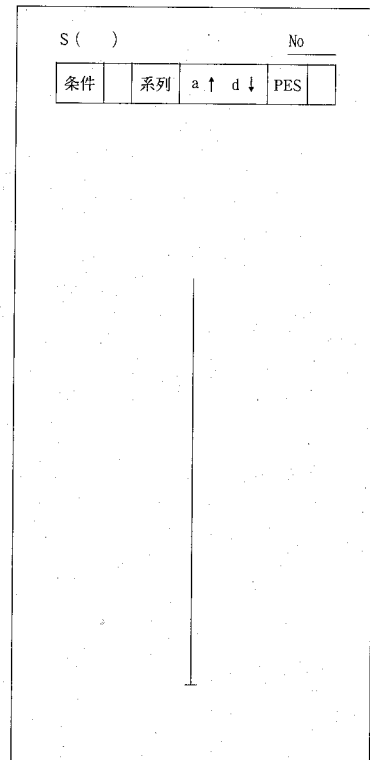


Fig.2 比較刺激

比較刺激は、Fig. 2 に示されているような、25.8cm (縦) × 12.1cm (横) (B 4 判の 1/3 の大きさ) の白紙に描かれた長さ 13.7cm, 幅 0.5mm の垂直線であった。比較刺激は、被験者に対して標準刺激の右側に配置された。

**手 続** 被験者は二人一組になり、一人が被験者になっている時は、もう一人は実験助手となった。実験助手は、予めランダムに順序づけられた順番に従って標準刺激を被験者に手渡した。一連の測定が終了後、二人の役割を交代し、同様の測定を繰り返した。5 組の被験者 (一組だけ著者が実験助手になった) は、一室において同時に並行して測定を受けた。

被験者調整法が用いられた。測定は一人の被験者に対して 84 回行われたが、それは 21 回ずつの 4 つのブロックに分けられ、それぞれのブロックにおいて 21 条件がランダムな順序でそれぞれ一回ずつ、上昇系列又は下降系列で測定された。第一ブロックにおいて上昇系列 (下降系列) で測定された条件は、第二ブロックにおいては下降系列 (上昇系列), 第三ブロックにおいては下降系列 (上昇系列), 第四ブロックにおいては上昇系列 (下降系列) で測定された。上昇系列の場合、被験者は、10cm × 10cm の白紙で、比較刺激の下部の長さが標準刺激の主線の見掛けの長さより短いように残して覆い、その位置から白紙を次第に上にずらせて、主線と見掛けの上で等しい長さに見えるように調整し、その位置に印を記した。下降系列はこの反対であった。測定に要する時間は、被験者のペースに任された。

## 結 果

### 外向図形に関して

被験者 9 人の実験条件刺激と統制条件刺激の PSE の平均を Table 1 に示した。実験条件刺激の PSE とその対応する統制条件刺激の PSE の比較を  $t$  検定により行い、それらをさらに Table 1 に示した。統計的な結果によれば、外向図形の主線は、すべて過大視されたと言える。

Table 1 外向図形の主線の見掛けの長さ (PSE・9 人の平均) と、対応する条件間の  $t$  検定

| 条 件      | W    | WW               | WG               | WB               | G    | GW               | GG               | GB               | B    | BW               | BG               | BB               |
|----------|------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|
| PSE (cm) | 6.89 | 8.60             | 8.20             | 8.36             | 6.85 | 8.18             | 8.55             | 8.43             | 6.81 | 8.08             | 8.47             | 8.59             |
| $t$ 検 定  |      | $t =$<br>6.14 ** | $t =$<br>6.62 ** | $t =$<br>7.32 ** |      | $t =$<br>6.27 ** | $t =$<br>7.25 ** | $t =$<br>7.84 ** |      | $t =$<br>7.25 ** | $t =$<br>7.12 ** | $t =$<br>6.21 ** |

\*  $p < 0.05$     \*\*  $p < 0.01$  (条件欄のアルファベット記号は本文参照)

さらに、実験条件刺激の PSE とその対応する統制条件刺激の PSE の差をもって錯視量とし、それを Fig. 3 に示した。分散分析の結果、主線の明度の効果及び斜線の明度の効果は統計的に有意でなかった ( $F = 0.17$   $df = (2, 16)$  NS,  $F = 3.03$   $df = (2, 16)$  NS) が、両者の交互作用の効果は有意であった ( $F = 6.83$   $df = (4, 32)$   $p < 0.01$ )。

また、各実験条件刺激の錯視量間の比較を  $t$  検定により行い、それを Table 2 に示した。主線の明度が明灰の場合の錯視量は、主線と斜線の明度が同じである WW (17.1mm) が、両者の明度が相違する WG (13.2mm) や WB (14.7mm) より最も大きく、WW と WG とは、統計的に有意な差があった。主線の明度が中灰の場合の錯視量は、主線と斜線の明度が同じである GG (17.0mm) が、両者の明度が相違する GW (13.4mm) や GB (15.8mm) より最も大きかった。主線の明度が黒の場合の錯視量は、主線と斜線の明度が同じである BB (17.8mm) が、両者の明度が相違する BW (12.7mm) や BG (16.6mm) より最も大きく、BB と BW とは、統計的に有意な差があった。

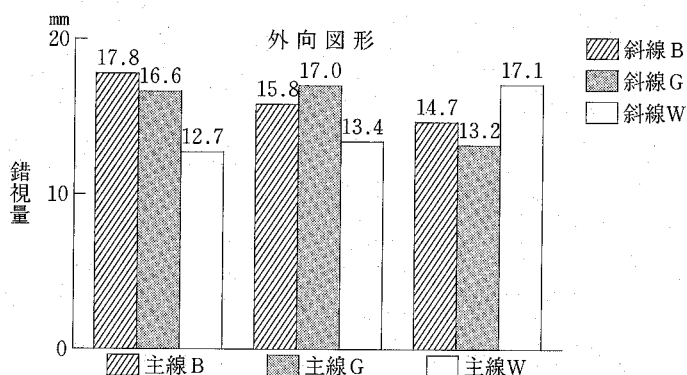


Fig. 3 ML 錯視に及ぼす図地明度対比の効果 (9 人の平均)

(アルファベット記号は本文参照)

Table 2 外向図形の錯視に関する各条件間の  $t$  検定

| 条 件<br>錯視量   | WW<br>17.1mm | WG<br>13.2mm | WB<br>14.7mm | GW<br>13.4mm | GG<br>17.0mm | GB<br>15.8mm | BW<br>12.7mm | BG<br>16.6mm | BB<br>17.8mm |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| WW<br>17.1mm |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| WG<br>13.2mm | $t=3.17^*$   |              |              |              |              |              |              |              |              |
| WB<br>14.7mm | $t=1.96$     | $t=3.14^*$   |              |              |              |              |              |              |              |
| GW<br>13.4mm | $t=1.41$     | $t=0.09$     | $t=0.64$     |              |              |              |              |              |              |
| GG<br>17.0mm | $t=0.07$     | $t=3.29^*$   | $t=2.36^*$   | $t=2.11$     |              |              |              |              |              |
| GB<br>15.8mm | $t=0.97$     | $t=3.00^*$   | $t=1.43$     | $t=1.60$     | $t=1.41$     |              |              |              |              |
| BW<br>12.7mm | $t=1.75$     | $t=0.23$     | $t=1.14$     | $t=0.39$     | $t=2.25$     | $t=1.99$     |              |              |              |
| BG<br>16.6mm | $t=0.32$     | $t=2.82^*$   | $t=1.82$     | $t=1.96$     | $t=0.46$     | $t=0.89$     | $t=2.99^*$   |              |              |
| BB<br>17.8mm | $t=0.52$     | $t=3.17^*$   | $t=2.45^*$   | $t=1.83$     | $t=0.59$     | $t=1.46$     | $t=2.76^*$   | $t=1.32$     |              |

\*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$  (条件欄のアルファベット記号は本文参照)

これらの統計的な結果と Fig. 3 とから、外向図形に関しては、錯視量は、主線と斜線の明度が同じである場合に最も大きいと言える。すなわち、結果は Sadza らの結果と一致し、「類同の要因」の仮説は検証されたと言い得る。

#### 内向図形に関して

被験者 9 人の実験条件刺激と統制条件刺激の PSE の平均を Table 3 に示した。実験条件刺激の PSE とその対応する統制条件刺激の PSE の比較を  $t$  検定により行い、それらをさらに Table 3 に示した。統計的な結果によれば、内向図形の主線は、すべて過小視されたと言える。

Table 3 内向図形の主線の見掛けの長さ (PSE・9人の平均) と、対応する条件間の  $t$  検定

| 条 件      | W    | WW              | WG              | WB              | G    | GW              | GG              | GB              | B    | BW              | BG              | BB              |
|----------|------|-----------------|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|-----------------|
| PSE (cm) | 6.89 | 6.48            | 6.41            | 6.45            | 6.85 | 6.55            | 6.48            | 6.50            | 6.81 | 6.60            | 6.58            | 6.45            |
| $t$ 検 定  |      | $t = 4.16^{**}$ | $t = 3.96^{**}$ | $t = 5.07^{**}$ |      | $t = 4.02^{**}$ | $t = 3.97^{**}$ | $t = 3.05^{**}$ |      | $t = 6.12^{**}$ | $t = 3.43^{**}$ | $t = 8.10^{**}$ |

\*  $p < 0.05$     \*\*  $p < 0.01$     (条件欄のアルファベット記号は本文参照)

さらに、実験条件刺激の PSE とその対応する統制条件刺激の PSE の差をもって錯視量とし、それを Fig. 4 に示した。分散分析の結果、主線の明度の効果及び斜線の明度の効果、それに両者の交互作用の効果は統計的に有意でなかった ( $F = 1.95$   $df = (2, 16)$  NS,  $F = 1.49$   $df = (2, 16)$  NS,  $F = 0.68$   $df = (4, 32)$  NS)。この統計的な結果と Fig. 4 とから、内向図形に関しては、図形の明度は錯視量に効果を及ぼさなかったと言える。すなわち、「類同の要因」の仮説は検証されなかったと言い得る。

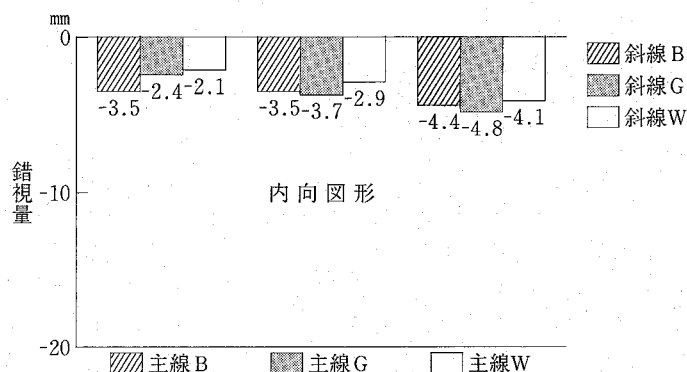


Fig. 4 ML 錯視に及ぼす図地明度対比の効果 (9 人の平均)

(アルファベット記号は本文参照)

なお、統制条件刺激である、主線のみを見掛けの長さには、統計的に有意な差はなかった ( $F = 0.53$   $df = (2, 16)$  NS)。すなわち、単一線分は、明度が相違しても、見掛けの長さには有意な差はないようである。

## 考 察

内向図形において「類同の要因」の仮説が検証されなかったことにより、外向図形の結果に疑問があると考えられるであろうか。そのように考えるのは早計であると思われる。Fig. 3 と Fig. 4 とを比較すると、外向図形の錯視量は非常に大きい (平均 15.4mm) が、内向図形の錯視量は非常に小さい (平均 3.5mm)。本来の錯視の上に、その何%かが土して明度の効果として現れるのであると考えるならば、内向図形の場合には、本来の錯視量が余りにも小さかった為に、感知できるほどの増減がなかったのではないかと考えることができる。よって、内向図形の結果は、外向図形の結果を否定するものではなく、外向図形において「類同の要因」の仮説が検証されたことにより、ML 錯視を、より一般的に「よき形態の法則」で説明できると考えられる。

「類同の要因」が働くならば、主線と斜線の明度の相違が大きくなればなるほど錯視量はより減

少するはずである。「類同の要因」の働きが認められた外向図形に関して、主線の明度ごとにみても。まず、主線の明度が黒の場合、錯視量の平均値は、 $BB > BG > BW$ であり、両者の明度の相違が大きくなるにつれて錯視量は減少した。これは「類同の要因」の仮説により期待され得る結果である。

主線の明度が中灰の場合、錯視量の平均値は、 $GG > GB > GW$ であり、両者の明度が相違する  $GW$  や  $GB$  は、両者の明度が同じである  $GG$  より錯視量は減少した。しかし、 $GW$  と  $GB$  とは、主線と斜線との明度差が Munsell 番号で 3.5 ずつで同じであるので、「類同の要因」の仮説に従えば、 $GG$  との差が同じ程度であろうと期待されるのであるが、 $GB > GW$  となった。このような結果は、平行四辺形の長対角線の錯視にも見られた<sup>13)</sup>。このような結果の類似には何か共通の原因があるかも知れない。また、Sadza ら<sup>12)</sup> も同様の結果を得ている。つまり、斜線の図地明度対比が主線の図地明度対比より大きい図形のほうが、その逆の図形より錯視量の減少が少なかった。このような結果に対して Sadza らは、「類同の要因」の働きに加えて、もう一つの原因が働いたのだと考察した。その原因とは、Wickelgren<sup>9)</sup> が提出した oblique effectiveness (以下の記述において  $OE$  と略す) の働きである。 $OE$  とは、[斜線の図地明度対比]/[主線の図地明度対比] と表される比であり、主線と斜線の明度が同じ場合と比較して、錯視量は  $OE$  が 1 より大きい場合は増大し、 $OE$  が 1 より小さい場合は減少する。「類同の要因」と  $OE$  とが共に働けば、斜線の図地明度対比が主線の図地明度対比より大きい図形の場合は、 $OE$  は 1 より大きくなって錯視量を増大させ、「類同の要因」は錯視量を減少させるので、両方の効果が打ち消し合い、錯視量の減少は少ない(この場合、 $OE$  の働きは「類同の要因」の働きより弱いと仮定する)。それに対して、斜線の図地明度対比が主線の図地明度対比より小さい図形の場合は、 $OE$  は 1 より小さくなって錯視量を減少させ、「類同の要因」も錯視量を減少させるので、両方の効果が加重して、より大きな錯視量の減少を結果するのである。

主線の明度が明灰の場合、錯視量の平均値は、 $WW > WB > WG$  であった。両者の明度が相違する  $WG$  と  $WB$  は、両者の明度が同じである  $WW$  より錯視量は減少したが、「類同の要因」の仮説に従えば、 $WG > WB$  になると期待されるのであるが、 $WB > WG$  と逆になった。この場合も、 $OE$  の働きを仮定すれば、斜線の図地明度対比が主線の図地明度対比より次第に大きくなっていくので、 $OE$  は 1 より大きくなって「類同の要因」の働きを打ち消し、「類同の要因」の仮説によって期待される錯視量の大小関係は得にくくなり、測定の変動によっては大小の逆転も起こり得るのである。

このように、この論文の実験では、「類同の要因」の仮説を検証すると共に  $OE$  の働きも見いだしていると考えられる。したがって、Sadza らの実験結果と、Wickelgren や Weintraub らや浜口の実験結果とは、矛盾するものではなく、その不一致は、実験条件や手続等の相違により、2 種類の働きの比重が異なって作用した為であろう。すなわち、前者の実験では、「類同の要因」の働きより  $OE$  の働きが弱かった為に、主線と斜線の明度が同じの場合に最大の錯視が生じたのであろう。そして、後者の実験では、「類同の要因」の働きより  $OE$  の働きが強かった為に、主線より斜線のほうが図地明度対比が大きい場合に最大の錯視が生じたのであろう。実験条件や手続のどのような相違が、2 種類の働きの比重をどのように変化させるのか、興味ある問題であるが、これは別の研究に譲りたい。

## References

- 1) 島田一男: ミュラーリヤー錯視に関する文献の整理. 心理学研究, 23, 111-123 (1952).
- 2) Boring, E. G.: *Sensation and perception in the history of experimental psychology*. p. 238-245, Appleton-

- Century-Crofts, New York (1942).
- 3) Gregory, R. L.: Visual illusions. *Scientific American*, 219, 66-76 (1968). [大山 正(訳) 錯視のメカニズム. 本明 寛(編) イメージの世界. p. 47-59, 日経サイエンス社 (1975)]
  - 4) Robinson, J. O.: *The psychology of visual illusion*. Hutchinson, London (1972).
  - 5) Coren, S., & Girgus, J. S.: *Seeing is deceiving: The psychology of visual illusions*. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey (1978).
  - 6) Wertheimer, M.: Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. II. *Psychologische Forschung*, 4, 301-350 (1923).
  - 7) Metzger, W.: *Gesetze des Sehens*. Waldemar Kramer, Frankfurt (1953). [盛永四郎(訳) 視覚の法則. p. 150-155, 岩波書店 (1968)]
  - 8) 浜口恵治: 見る世界 — あなたは、外界をどのように知覚していますか — . 中島 誠 他著 新心の探検隊〈あなたも心の中をのぞいてみませんか〉. p. 127-180 (1988).
  - 9) Wickelgren, B. G.: Brightness contrast and length perception in the Müller-Lyer illusion. *Vision Research*, 5, 141-150 (1965).
  - 10) Weintraub, D. J., Tong, L., & Smith, A. J.: Müller-Lyer versus size/refractive-contrast illusion: Is the age-related decrement caused by a declining sensitivity to brightness contours? *Developmental Psychology*, 8, 6-15 (1973).
  - 11) 浜口恵治: M L 錯視に及ぼす明度対比の効果(2). 高知大学学術研究報告, 30, 人文科学, 89-96 (1981).
  - 12) Sadza, K. J., & de Weert, Ch. M. M.: Influence of color and luminance on the Müller-Lyer illusion. *Perception & Psychophysics*, 35, 214-220 (1984).
  - 13) 浜口恵治: 平行四辺形の対角線の見掛けの長さに及ぼす図地明度対比の効果. 高知大学学術研究報告, 37, 113-120 (1988).

(平成元年10月5日受理)

(平成元年12月27日発行)

