

還元ML図形を用いたML錯視に関する角度錯視説の検討実験¹⁾

—— ML錯視の異方性と関連させて ——

浜口 恵治

(人文学部人文学科心理学研究室)

An Examination of the Angle Illusion Theory on the Müller-Lyer Illusion by the Configurational Variation of the Müller-Lyer Figure with Only One Oblique Line: In Connection with the Anisotropy of the Müller-Lyer Illusion

Keiji HAMAGUCHI

(Laboratory of Psychology, Faculty of Humanities and Economics)

We can observe the anisotropy of the angle illusion. If the Müller-Lyer illusion is caused by the angle illusion, it will be able to observe the anisotropy of the Müller-Lyer illusion. The stimulus figures were the configurational variations of the Müller-Lyer figure with only one oblique line. The apparent length of the shaft lines of the Müller-Lyer figures (oblique-in, L-shape, and oblique-out figures) and the control figure, were estimated by twenty-three university students, when the orientation of each figure was varied in eight steps: 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° counterclockwise from the horizontal. The anisotropy of the apparent length of the shaft line of each figure was observed. But the anisotropy of the Müller-Lyer illusion was not observed. It was concluded that the angle illusion theory on the Müller-Lyer illusion was doubtful.

Key words: Müller-Lyer illusion, angle illusion, anisotropy, orientation detector, lateral inhibition

脚注 1

本研究は日本基礎心理学会第16回大会で発表した。

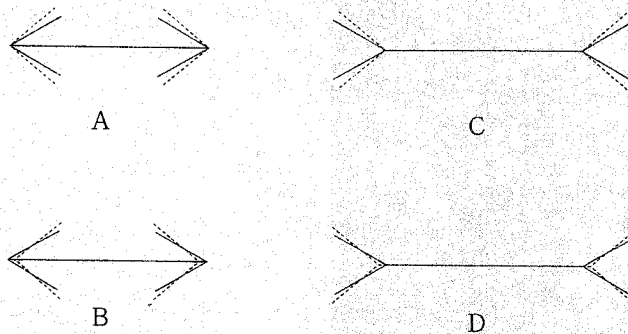


Figure 1. 実線はML図形の原図形を示し、点線は角度錯視が生じた場合の斜線と頂点の変化及びそれに伴う主線の見掛けの長さの変化を模式的に示す。AとCは頂点の変位が伴わない角度錯視なので、角度錯視はML錯視の原因にならない。BとDは頂点の変位が伴う角度錯視なので、角度錯視はML錯視の原因になる。

Figure 1のような矢羽図形であるミュラー・リヤー(Müller-Lyer 以下においてMLと記述する)図形に関して、矢羽線分を斜線、斜線に囲まれている線分を主線、主線と斜線とが構成する角度を挟角と記述する。そして、挟角が鋭角である矢羽図形を内向ML図形と記述し、挟角が鈍角である矢羽図形を外向ML図形と記述する。Boring(1942)は、ML錯視説として幾つか挙げ、そのうちの一つにBrentanoの鋭角過大視・鈍角過小視説を挙げている(以下において鋭角過大視・鈍角過小視を角度錯視と記述する)。ML錯視は、鋭角は過大視され、鈍角は過小視される傾向があるという一般原理の特別なケースであり、この主観的な角度変化が、ML図形の主線を圧縮したり引き伸したりするというのである。本論は、このBrentanoの角度錯視説の妥当性を検討実験した浜口(1996b)の追実験である。始めに、浜口が、角度錯視説の妥当性を実験的に検討するために展開した議論を紹介し、続いて、浜口が角度錯視説に疑問を提出した実験結果を、さらに確認するために本論が追加した議論を記述する。

浜口(1996b)は、角度錯視説の妥当性を検討するための議論を以下の様に展開した。

鋭角の過大視は 15° 付近において最大となり 90° にかけてしだいに減少し、また、鈍角の過小視は 170° 付近で最大となり 90° にかけてしだいに減少する(Blakemore, Carpenter & Georgeson, 1970; Carpenter & Blakemore, 1973)。このことは、挟角が鋭角である内向ML図形では挟角の過大視、挟角が鈍角である外向ML図形では挟角の過小視を予想させる。内向ML図形の場合、挟角が小さくなる程ML過小視量は増大し、外向ML図形の場合、挟角が大きくなる程ML過大視量は増大する(Lewis, 1909)。浜口(1995a)は、このML錯視と角度錯視とを関連させて、ML図形の挟角の角度錯視とML錯視とを測定した。そして、内向ML図形の挟角は過大視され、外向ML図形の挟角は過小視されることを見だし、角度錯視とML錯視との間に有意な負の相関係数を得た。しかしながらML錯視図形において、角度錯視が生じ、角度錯視とML錯視との間に相関関係があっても、角度錯視がML錯視の原因である、つまり、角度錯視とML錯視とに因果関係があると考えるのは早計である。ML錯視と角度錯視との間に因果関係を仮定するためには、少なくとも以下に示す直接的、間接的な検証を経る必要がある。

角度錯視は、角度をなす二本の線分(Figure 2参照)にそれぞれ応答する方向検出器間の側抑制によって生起するというBlakemore等(1970, 1973)やOyama(1977)の考えに従うと、ML図形において、主線と斜線にそれぞれ応答する方向検出器は相互に側抑制し合う。主線にそれぞれ応答する方向検出器は、2つの斜線にそれぞれ応答する方向検出器の側抑制を受けるが、2つの斜線にそれぞれ応答する検出器の側抑制作用が相

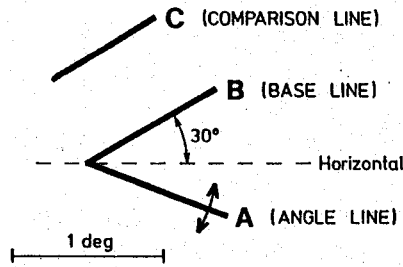


Figure 2. Blakemore等の角度錯視実験の刺激図形(Blakemore et al.,1970)

反するものなので、作用が相殺されて結果的には主線の角度は変化せず、斜線の角度のみが変化するであろう。従って、角度錯視により斜線がどのように変化するかを考えればよい。Figure 1のように、内向ML図形の頂点を扇の要、上下の斜線を扇の外側の骨に例えた場合、内向挟角の過大視が、Figure 1-Aのように要の位置が動かない扇の開き方のようにであれば、頂点は変位しないので角度錯視はML錯視の原因にならない。Figure 1-Bのように要の位置が内側へ移動する扇の開き方のようにであれば、頂点は内側へ変位し角度錯視は過小ML錯視を生じさせる。外向ML図形の場合は、鈍角に開く特別な扇を考え、外向挟角の過小視が、Figure 1-Cのように要の位置が動かない扇の閉じ方のようにであれば、頂点は変位しないので角度錯視はML錯視の原因にならない。Figure 1-Dのように要の位置が外側へ移動する扇の閉じ方のようにであれば、頂点は外側へ変位し角度錯視は過大ML錯視を生じさせる。このように、角度錯視が頂点の変位をも伴うかどうかの直接的検討実験を行わないと、角度錯視がML錯視の原因になるかどうかは分からない。

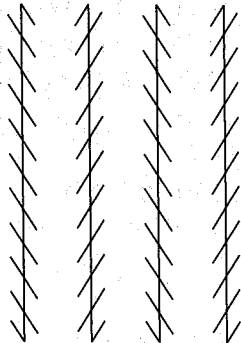


Figure 3. ツェルナー錯視図形(今井,1984)

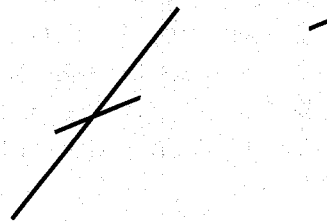


Figure 4. エビングハウス角度錯視図形(今井,1984)

一方また、ツェルナー(Zöllner)錯視(Figure 3参照)やエビングハウス(Ebbinghaus)角度錯視(Figure 4参照)などの代表的な角度錯視にはすべて異方向性が認められる。ツェルナー図形の場合、主線の方角を水平方向から垂直方向へ回転させると、主線の方角が水平や垂直方向より斜め方向にあるほうが、角度錯視は大きく(盛永, 1933; Oyama, 1975)、エビングハウス角度図形の場合も、長線の方角が水平や垂直方向より斜め方向にあるほうが、角度錯視は大きい(橘・盛永, 1930; 盛永, 1932; 浜口, 1995b)。したがって、ML図形の主線の方角が水平や垂直方向より斜め方向にあるほうが、斜線の偏向は大きくなり、挟角の角度錯視は大きくなることになる。そして、もし、角度錯視

がML錯視の原因であるならば、主線の方向が水平や垂直方向より斜め方向にある時に、内向ML図形においては過小視錯視量の増加、外向ML図形においては過大視錯視量の増加が生起するという異方性が見られるはずである。一方、H型ML図形(挟角 90° のML図形)においては、挟角が 90° で、角度錯視が考えられないので、そのような異方性は見られないはずである。このように、もし角度錯視がML錯視の原因であるならば、ML錯視にも角度錯視に見られるような異方性が認められることが期待される。

以上が、角度錯視説の妥当性を検討するために浜口(1996b)が展開した議論であるが、浜口の検討実験ではML錯視の異方性は見出されず、角度錯視説に疑問が提出された。

続いて、浜口の結果をさらに確認するために本論が追加した議論を記述する。

浜口(1996b)は、ツェルナー錯視やエビングハウス角度錯視などの代表的な角度錯視には異方性が認められることから、ML図形の挟角の角度錯視にも異方性が認められるものと仮定しているだけである。しかし、ML図形の角度錯視の異方性を確認した実験は見当たらない。エビングハウス角度図形を分解すると、鋭角部分図形と鈍角部分図形になるが、この部分図形の角度錯視は、長線の方向が水平や垂直方向より斜め方向にあるほうが、角度錯視は大きいという異方性が認められる(浜口, 1995c)。鋭角部分図形と鈍角部分図形は、内向ML図形と外向ML図形の還元ML図形(Figure 5参照、以後、1本の斜線のみを持つML図形を還元ML図形と記述し、内向ML図形と外向ML図形の記述もすべて還元ML図形に関してである)でもあるので、還元ML図形の挟角の角度錯視には異方性が認められるといえる。したがって浜口(1996b)と同様に、もし、角度錯視がML錯視の原因であるならば(斜線が1本なので主線の角度も変化するが、角度錯視により頂点が、内向ML図形では内部へ変位し、外向ML図形では外部へ変位すれば)、主線の方向が水平や垂直方向より斜め方向にある時に、内向ML図形においては過小視錯視量の増加、外向ML図形においては過大視錯視量の増加が生起するという異方性が見られるはずである。一方、L型ML図形(挟角 90° の還元ML図形)においては、挟角が 90° で、角度錯視が考えられないので、そのような異方性は見られないはずである。このように、もし角度錯視がML錯視の原因であるならば、ML錯視にも角度錯視に見られるような異方性が認められることが期待される。なお、この還元ML図形においても(標準)ML図形(以後、還元ML図形とFigure 1のようなML図形とを区別する必要があるときは、Figure 1のようなML図形を(標準)ML図形と記述する)の場合(浜口, 1995a)と同様に、ML錯視と角度錯視との間に有意な負の相関係数が確認されている(浜口, 1996a)。

上述の議論を浜口(1996b)の議論に追加して、本論は、ML錯視に関する角度錯視説の妥当性を検討実験した浜口の追実験を、還元ML図形を用いて行うものである。したがって、浜口と同じ仮説を立てた。

仮説 主線の方向が水平や垂直方向より斜め方向にある時に、内向ML図形においては過小視錯視量の増加、外向ML図形においては過大視錯視量の増加という異方性が見られる。L型ML図形においては錯視の異方性は見られない。

方法

被験者 大学生23名(男7・女16)が本実験に参加した。全員正常視力かあるいは正常視力に矯正されていた。

刺激 刺激図形は、標準刺激図形と比較刺激図形よりなりNEC製のPC-9801NA40/Cの白黒液晶

ディスプレイ(横19.2cm×縦12.0cm)に白いドットで描かれて呈示された。刺激図形は約60cmの距離で観察された。このようなドット図形の場合、ドットとドットの間隙は、ごく僅かなので、60cmぐらいの観察距離では、ドットが垂直や水平に配列されている場合、ドット群直線としてではなく、直線として自然に知覚されるが、斜めに配列されると、いくぶんどット群直線として知覚される(Figure 5参照)。しかし、先行して行った幾つかの実験において、実線図形による錯視実験とドット群直線による錯視実験とで、ほぼ同じような結果を得ているので、両者間に機能的な違いは殆ど無いものとしてドット図形を用いることにした。したがって、以下の図形に関する記述は、640ドット×400ドットのディスプレイ上におけるものなので、長さはドット単位で記述する。しかし、 n ドットの長さは0.3mmの n 倍に等しい。また、点の位置は左上をXY座標の原点とするので、Yは下方を+として記述する。標準刺激図形は、Table 1の図形欄に示されているような、主線が151ドット(45.3mm)、斜線が50ドット(15.0mm)で、挟角が 22.5° (内向)・ 90° (L型)・ 157.5° (外向)である3種の還元ML図形を図形の中心(150, 200)に関して、主線が水平(0°)の状態から反時計回りに 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° まで回転させられた24種(3図形×8方向)の実験条件刺激図形と、これらの主線のみ(単一線分)の8種(8方向)の統制実験刺激図形である。比較刺激図形は、点(370, 200)より右の長さの変化する水平線(上昇系列は76ドット(22.8mm)から長くし、下降系列は226ドット(67.8mm)から短くする)である。刺激図形の一例をFigure 5に示した。



Figure 5. 刺激図形の一例(内向ML図形の主線方向が 45° の実験条件刺激図形と上昇系列の比較刺激図形)

手続 被験者調整法(上昇系列2回・下降系列2回)が用いられ、この4回の測定値の平均(以下においてPSE(Point of Subjective Equality)と記述する)を各被験者の各条件の見掛けの長さとした。被験者は、比較刺激図形の線分の長さを、左向きか右向きの矢印キィを押すことによって、主線の見掛けの長さと等しく見えるように調整するようにと告げられた。右向きの矢印キィを押すと、線分の右端が右に移動し、左向きの矢印キィを押すと、線分の右端が左に移動して線分の長さが増減した。続いて被験者は、調整が完了したらスペース・キィを2回押すようにと告げられた。これにより1回の測定が終わり、比較刺激図形の長さが記録され、次の刺激図形が呈示された。一人の被験者に対して、128回(32条件(24実験条件+8統制条件)×4ブロック)の測定を行った。刺激図形はランダムな順序で呈示された。測定は被験者のペースで行われ、所要時間は12分19秒から19分9秒で、一人平均約14分28秒であった。

結果

内向・L型・外向・統制図形条件の、それぞれ8方向のPSEをTable 1に示し、それらをFigure 6にグラフとして表した。ただし、統制図形の場合、主線方向が、 0° と 180° 、 45° と 225° 、 90° と 270° 、 135° と 315° の図形は、お互いに点対称の図形なので、点対称図形どうしの図形のPSEの

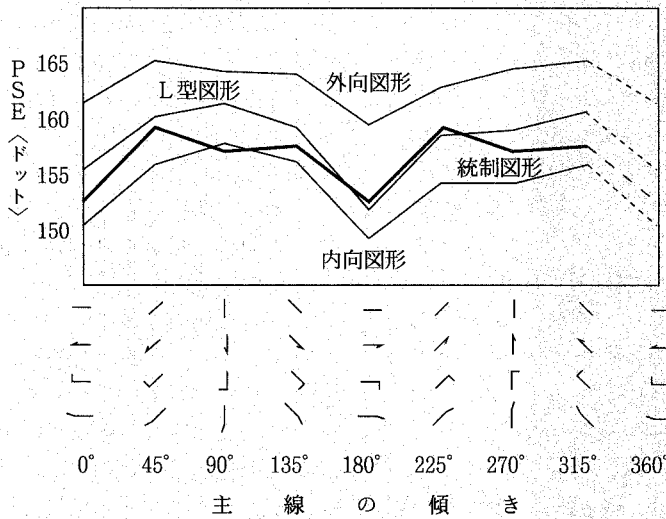


Figure 6. 横軸は、還元ML図形(外向・L型・内向)と統制図形を反時計回りに45°ステップで水平方向(0°)から315°まで回転させた場合の図形の傾きを表す(中心回転なので、さらに右端に360°の条件群として0°の条件群を対応させた)。縦軸に表した還元ML図形の主線及び統制図形の見掛けの長さ(PSE)・(23人の平均)は、水平方向(0°,180°)より垂直方向(90°,270°)になるにつれて長く知覚され異方性を示した。

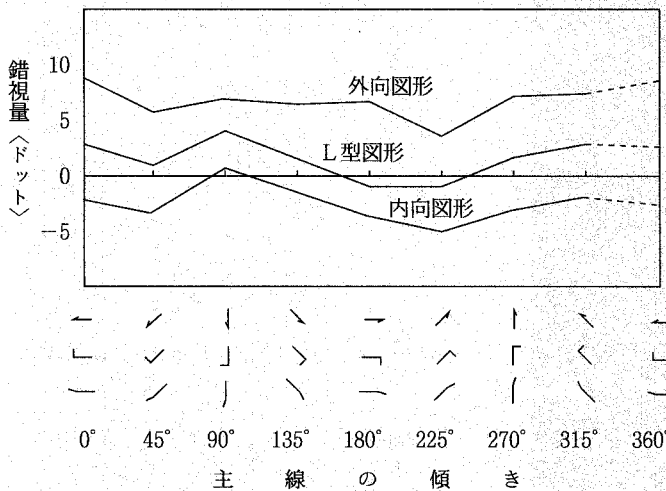


Figure 7. 横軸は、還元ML図形(外向・L型・内向)を反時計回りに45°ステップで0°から315°まで回転させた場合の図形の傾きを表す(中心回転なので、右端に360°の条件群として0°の条件群を対応させた)。縦軸に表したML錯視量((実験条件のPSE)-(統制条件のPSE))・23人の平均)は異方性を示さなかった。

平均値をそれぞれのPSEとした。Figure 6によると、各図形条件共、主線の方向が水平方向においてPSEは最小値を示し、水平方向より次第に垂直方向になるにつれてPSEは大きくなっており、主線の見掛けの長さの異方性が見られるようである。

しかし、これらの見掛けの長さの異方性が見られるといっても、還元ML図形の錯視量にも異方性が見られるとはいえないので、内向・L型・外向ML図形の錯視量の異方性を見るため、対応する方向毎に、各図形実験条件のPSEと統制条件のPSEの差を求め、それを錯視量とし、各図形実験条件の錯視量をTable 1に示し、それらをFigure 7にグラフとして表した。Figure 7を見ると、内向ML図形の場合、仮説が正しければ、主線の方向が水平方向や垂直方向にある時より斜め方向にある時に過小視錯視量の増加が生じ、折れ線グラフはWW型のML錯視の異方性を示すはずであるが、結果はゆるやかな水平線を示し、ML錯視の異方性は見られないといえる。

外向ML図形の場合、仮説が正しければ、主線の方向が水平や垂直方向にある時より斜め方向にある時に過大視錯視量の増加が生じ、折れ線グラフは逆W逆W型のML錯視の異方性を示すはずで

Table 1. 還元ML図形と統制図形を反時計回りに45°ステップで水平方向(0°)から315°まで回転させた場合の還元ML図形の主線と統制図形のPSE(C000とC180のような点対称図形は両図形の平均値)及びその差((実験条件のPSE)-(統制条件のPSE))とt検定(単位はドット(1ドット=0.3mm)・23人の平均)・(差は四捨五入前の値で計算)

統制条件	C000	C045	C090	C135	C180	C225	C270	C315
PSE	152.6	159.2	157.2	157.7	152.6	159.2	157.2	157.7
実験条件	I 000	I 045	I 090	I 135	I 180	I 225	I 270	I 315
PSE	150.4	155.9	157.9	156.2	149.1	154.4	154.3	156.0
差	-2.2	-3.3	0.7	-1.5	-3.5	-4.8	-2.9	-1.7
t 検定	t=2.34 *	t=4.19 **	t=0.87 ns	t=2.07 *	t=3.86 **	t=5.22 **	t=3.28 **	t=2.47 *
実験条件	L000	L045	L090	L135	L180	L225	L270	L315
PSE	155.5	160.3	161.4	159.4	151.7	158.6	159.0	160.7
差	2.9	1.1	4.2	1.8	-0.9	-0.7	1.8	3.1
t 検定	t=3.83 **	t=1.29 ns	t=5.45 **	t=2.52 *	t=0.98 ns	t=0.92 ns	t=2.43 *	t=4.88 **
実験条件	O000	O045	O090	O135	O180	O225	O270	O315
PSE	161.5	165.2	164.3	164.1	159.6	163.0	164.6	165.3
差	8.9	6.0	7.1	6.5	7.0	3.8	7.4	7.6
t 検定	t=10.03 **	t=6.58 **	t=6.79 **	t=6.88 **	t=7.87 **	t=4.49 **	t=7.97 **	t=9.97 **

* $p < .05$ ** $p < .01$

あるが、結果はゆるやかな水平線を示し、ML錯視の異方性は見られないといえる。

L型ML図形の場合、仮説が正しければ、錯視量の異方性は見られないはずであり、グラフは水平線を示すはずである。仮説どおり、結果はゆるやかな水平線を示し、ML錯視の異方性は見られないといえる。

考 察

もし、角度錯視がML錯視の原因であるなら、主線の方向が水平や垂直方向より斜め方向にある時に錯視量の増加が生じ、Figure 7において、内向ML錯視の異方性を示すWW型の折れ線グラフの結果と、外向ML錯視の異方性を示す逆W逆W型の折れ線グラフの結果が、仮説どおりに得られるはずである。しかし、内向ML錯視にも外向ML錯視にも仮説を支持する結果が得られず、グラフはゆるやかな水平線を示し、ML錯視の異方性は見られなかった。これらの結果から考察して、内向ML錯視にも外向ML錯視にも挟角の角度錯視は関係していないといえ、浜口(1996b)と同様に、角度錯視はML錯視の原因であるという角度錯視説は疑問であると結論できる。還元ML図形においても、(標準)ML図形と同様(1995a)に、角度錯視とML錯視との間に相関関係がある(浜口, 1996a)が、本論の結果より、両錯視間に因果関係までもあるとはいえないことが明らかになった。なお、L型ML図形の場合は角度錯視が関係しないので、ML錯視に関する角度錯視説の妥当性の考察から除外できる。

浜口(1996b)は、ツェルナー錯視やエビングハウス角度錯視などの代表的な角度錯視には異方性が認められることから、(標準)ML図形の角度錯視にも異方性が認められるものと仮定した。そして、この仮定に、ML錯視に異方性が認められなかったことを関連づけて、角度錯視説は疑問であると結論した。本論は、還元ML図形を用いて、この還元ML図形の角度錯視の異方性を確認した(浜口, 1995c)うえで、この角度錯視の異方性と、ML錯視に異方性が認められなかったことを関連づけて、浜口(1996b)と同じ結論を下した。浜口の結果(1996b)と、より説得力のある本論の結果とによって、BrentanoのML錯視に関する角度錯視説への疑問はますます強固なものになったと結論できる。

ML錯視は、複数の原因によって生起すると考えられる(Robinson, 1972; Coren & Girgus, 1978)。本論で疑問が投げかけられた角度錯視説を除いて、遠近法説(Gregory, 1963)や眼球運動説(Festinger, White, & Allyn, 1968)等によりML錯視は説明されるかも知れない。ML錯視に関するこれらの説の妥当性の研究は別に機会を設けたい。

引用文献

- Blakemore, C., Carpenter, R.H.S., & Georgeson, M.A. 1970 Lateral inhibition between orientation detectors in the human visual system. *Nature*, **228**, 37-39.
- Boring, E.G. 1942 *Sensation and perception in the history of experimental psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Carpenter, R.H.S., & Blakemore, C. 1973 Interactions between orientation in human vision. *Experimental Brain Research*, **18**, 287-303.
- Coren, S., & Girgus, J.S. 1978 *Seeing is deceiving: The psychology of visual illusions*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Festinger, L., White, C.W., & Allyn, M.R. 1968 Eye movements and decrement in the Müller-Lyer illusion. *Perception & Psychophysics*, **3**, 376-382.
- Gregory, R.L. 1963 Distortion of visual space as inappropriate constancy scaling. *Nature*, **199**, 678-680.
- 浜口恵治 1995a ミュラー・リヤー錯視と角度錯視の関係 基礎心理学研究, **13**, 89-92.
- 浜口恵治 1995b エビングハウス角度錯視の異方性の実験的研究 基礎心理学研究, **14**, 32(抄録).
- 浜口恵治 1995c エビングハウス角度錯視の分析的研究 — 鋭角部分図形と鈍角部分図形に分解して — 日本心理学会第59回大会発表論文集, 577.
- 浜口恵治 1996a ミュラー・リヤー錯視と角度錯視の関係 — ポイント・マッチング法と1つの斜線のみよりなる変形ML図形を用いて — 高知大学学術研究報告, **45**, 人文科学, 63-69.
- 浜口恵治 1996b ミュラー・リヤー錯視に関する角度錯視説の実験的研究 — ミュラー・リヤー錯視の異方性と関連させて — 基礎心理学研究, **15**, 103-108.

- 今井省吾 1984 錯視図形 — 見え方の心理学 — サイエンス社.
- Lewis, E.O. 1909 Confluxion and contrast effects in the Müller-Lyer illusion. *British Journal of Psychology*, 3, 21-41.
- 盛永四郎 1932 エビングハウス氏角の錯視に関する研究(2) 心理学研究, 7, 253-266.
- 盛永四郎 1933 ツェルネル氏錯視の研究 心理学研究 8, 195-242.
- Oyama, T. 1975 Determinants of the Zöllner illusion. *Psychological Research*, 37, 261-280.
- Oyama, T. 1977 Feature analysers, optical illusions, and figural aftereffects. *Perception*, 6, 401-406.
- Robinson, J.O. 1972 *The psychology of visual illusion*. London: Hutchinson.
- 橋覚勝・盛永四郎 1930 エビングハウス氏角の錯視図に関する実験的研究 心理学研究, 5, 487-502.

平成9(1997)年9月1日受理
平成9(1997)年12月25日発行

