

Metzger の錯視理論に関する実験的研究
(2) 長方形の長軸及び短軸の見掛けの長さを用いて¹⁾

浜 口 恵 治

(人文学部人文学科心理学研究室)

An Examination of Metzger's Theory on Geometrical Illusions
by Using the Apparent Length of Major and Minor Axes in Rectangle

Keiji HAMAGUCHI

(Laboratory of Psychology, Faculty of Humanities and Economics)

Abstract: An experiment with rectangles was conducted to determine whether the major axis is underestimated and whether the minor axis is overestimated according to Metzger's theory on geometrical illusions (the law of good gestalt). If the horizontal or vertical space of a square with a fixed axis is narrowed, then some "smaller" rectangles with major axes of the former square's axis will be constructed. On the other hand, if this space is extended, some "larger" rectangles with minor axes of the former square's axis will be produced. Twelve university students estimated the apparent lengths of such axes. It was found that the illusions of these axes were unchanged, although a line perpendicular to the axis was varied in length with the length of the axis kept unchanged or the rectangle was varied in size. The same result was obtained when the orientation of the axis was rotated 90°. The square is geometrically better gestalt than the rectangle, but the rectangle may be perceptually equal to the square in the goodness of gestalt. Therefore, these results may well be supporting evidence for Metzger's theory rather than evidence to the contrary.

Key words: illusion, Metzger's theory on geometrical illusion, good gestalt, orientation, major and minor axes in rectangle.

Rausch (1952) は、平行四辺形の長対角線 (平行四辺形の長短二本の対角線のうち長い方の対角線) は過小視され、短対角線 (同図形の短い方の対角線) は過大視されることを見いだした。Metzger (1953) は、この Rausch の見いだした事実に基づいて、よい形態の法則を用いてザンダーの錯視を説明した。すなわち、平行四辺形はよい形態である長方形の歪んだ形態であるため、もとのよい形態である長方形に復帰させて知覚しようとする傾向が生じ、それにより長対角線 (ザンダーの錯視図形の場合、小さな平行四辺形の対角線) は押し縮められて過小視され、逆に、短対角線 (同錯視図形の大きな平行四辺形の対角線) は引き伸ばされて過大視されるというのである。そし

脚注1 本研究は、日本心理学会第54回大会において発表された。

て Metzger は、一般的に、歪んだ形態をもとのよい形態に復帰させて知覚しようとする傾向が錯視を生じさせるのであると考えて、ミュラー・リヤーやポッケンドルフやリップスの錯視などもこのよい形態の法則により説明し、この法則により多数の錯視の説明ができると述べている。以後、このよい形態の法則による錯視の説明をメッツガー説と呼ぶことにする。

浜口 (1992) は、このメッツガー説の妥当性を楕円を用いて検証した。すなわち、平行四辺形はよい形態である長方形の歪んだ形態であると考えられたのと同様に、楕円もよい形態である円の歪んだ形態であると考えられた。そして、もしメッツガー説が妥当ならば、長軸線分 (楕円の二つの焦点を通る直線がこの楕円によって切り取られる線分) は押し縮められて過小視され、逆に短軸線分 (楕円の二つの焦点を結ぶ線分の垂直二等分線がこの楕円によって切り取られる線分) は引き伸ばされて過大視されるであろうとの仮説が立てられ、この仮説を支持する結果が得られた。

本論の目的は、このメッツガー説の妥当性を楕円に代えて長方形を用いて検証することにある。浜口 (1992) は同じ長さの線分が楕円の長軸線分及び短軸線分となる幾つかの楕円 (円の直径を固定し、この円の水平または垂直空間を狭めれば長軸線分を持った楕円になり、広げれば短軸線分を持った楕円になる) を用いた。これにならって、本論でも、正方形の軸 (正方形の辺に平行で中心を通る直線がこの正方形により切り取られる線分) を固定し、この正方形の水平または垂直空間を狭めて長軸線分 (長方形の長辺に平行で中心を通る直線がこの長方形によって切り取られる線分) を持った長方形を、同様に広げて短軸線分 (長方形の短辺に平行で中心を通る線分がこの長方形によって切り取られる線分) を持った長方形を作り、同じ長さの線分が長方形の長軸線分及び短軸線分となる幾つかの長方形が作られた。そして、楕円はよい形態である円の歪んだ形態であると考えられたのと同様に、長方形もよい形態である正方形の歪んだ形態であると考えられた。ゆえに、もしメッツガー説が妥当ならば、長方形の長軸線分は押し縮められて過小視され、逆に長方形の短軸線分は引き伸ばされて過大視されるであろうと予測された。

ところで、このような同じ長さの線分が長軸線分になったり短軸線分になったりする長方形群において、もし、長軸線分が過小視され、短軸線分が過大視されても、長軸線分は小さな長方形の中にあり、短軸線分は大きな長方形の中にあるので、これらの錯視には長方形の面積の大きさの同化的影響が疑われる。以後、面積の大きさの同化的影響が錯視を生じさせる効果を面積効果と呼ぶ。浜口 (1992) は、楕円のもう一つの軸線分 (小さな楕円の場合は短軸線分、大きな楕円の場合は長軸線分) の錯視量をも測定し、小さな楕円であっても短軸線分は過大視され、大きな楕円であっても長軸線分は過小視されとの結果を得て面積効果を否定した。本論においても、メッツガー説の検討に用いられた長方形群のそれぞれもう一つの軸線分 (小さな長方形の場合は短軸線分、大きな長方形の場合は長軸線分) の錯視量をも測定し、面積効果の有無を検討する必要がある。そして、もしメッツガー説が妥当ならばつぎの仮説が採択されるであろう。

仮説 長方形の面積の大きさにかかわらず、長方形の長軸線分は過小視され、短軸線分は過大視される。

この仮説の検証実験が以下に行われた。

方 法

被験者 大学生12名 (男4・女8) が本実験に参加した。

刺激 標準刺激として Table 1 の条件欄や Fig. 2 と Fig. 3 のグラフの横軸に示されているような、

長方形あるいは正方形に軸線分を描いた図形 A-R の 18 種の実験条件刺激図形と、これらの実験条件刺激図形から長方形あるいは正方形を除いた、軸線分のみからなる水平あるいは垂直線分 a-j の 10 種の統制条件刺激図形が用いられた。

仮説の検証に関して、まずメッツガー説を検討するため、同長の垂直軸線分 6.0cm をもち、水平軸中の異なる長方形 K (水平軸中 3.0cm)・L (同 4.5)・H (同 6.0・正方形)・M (同 9.0)・N (同 12.0) 図形が描かれた。K→L→H→M→N 図形となるにつれて、面積は大きくなるが、長軸線分をもった長方形から正方形を経て短軸線分をもった長方形になる。そして面積効果の検討のため、これらの図形と軸線分を除いて同図形であり、もう一方の水平軸線分の方をもつ図形が用意された。A 図形は K 図形と、B は L と、C は H と、D は M と、E は N とそれぞれ対応する。A→B→C→D→E 図形となるにつれて面積は大きくなるが、短軸線分をもった長方形から正方形を経て長軸線分をもった長方形になる。

さらに、長方形軸の方向に関係しないより一般的な仮説の検証のため、K・L・H・M・N 図形及び A・B・C・D・E 図形を、それぞれ図形の中心に関して 90 度回転させた O・P・C・Q・R 及び F・G・H・I・J 図形が描かれた。

統制条件刺激図形として、それぞれ実験条件刺激図形と対応する同長同方向の単一線分 a (水平方向 3.0cm)・b (同 4.5)・c (同 6.0)・d (同 9.0)・e (同 12.0)・f (垂直方向 3.0cm)・g (同 4.5)・h (同 6.0)・i (同 9.0)・j (同 12.0) 図形が描かれた。これらの記号は、対応しあう実験条件の大文字に対して小文字を用いた。しかし、K・L・M・N には h を O・P・Q・R には c を用いた。

比較刺激は、標準刺激の中心より 14.1cm 右の長さ 15.5cm の垂直単一線分である。刺激図形は、NEC 製 PC-8801 に接続した渡辺測器 KK 製 XY プロッタ・WX-4636 によって描かれた原図を B 4 判 (25.7cm×36.5cm) のリコピー感光紙に青焼きされた。したがって、刺激図形は濃青の線で描かれた。これらの図形は、縦 22.1cm、横 34.0cm の枠で囲み、印刷により図形の位置がずれても枠に対して相対的にずれないようにされた。線の太さはすべて 0.5mm とされた (刺激図形の一例 (A 条件) を Fig. 1 に示す)。

手続 被験者は次の教示が与えられた。「刺激図の右側の上下の ↓ ↑ 印に ○ が付いているが、↓ の場合、標準刺激の径 (条件 a~j は単一線分) の見掛けの長さより、比較刺激の直線の方が、明らかに長いように白紙を置き、それを次第に下方にずらして、標準刺激の径の見掛けの長さと同しく見えるように調節し、その位置を鉛筆で印を記せ。なお行き過ぎた場合は後戻りをしても良い。↑ の場合、上記と反対に、標準刺激の径 (同上) の見掛けの長さより、比較刺激の直線のほうが、明らかに短いように白紙を置き、それを次第に上方にずらして、標準刺激の径の見掛けの長さと同

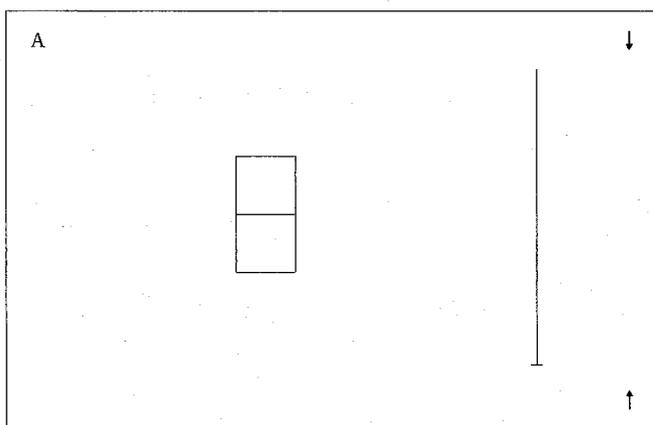


Fig. 1 この長方形 (条件 A, 水平軸 3.0cm, 垂直軸 6.0cm) は標準刺激の一例である。長方形の右側の垂直線 (15.5cm) は比較刺激である。右側の上下にある矢印のどちらかに (○) を記すことにより、測定系列を被験者に指示する。左上のアルファベットは条件名を表している。

しく見えるように調節し、その位置を鉛筆で印を記せ。なお行き過ぎた場合は後戻りしても良い。なお標準刺激の径ばかりでなく、図形を全体的に見よ。」

上記のように、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(PSE)を各被験者の各条件の見掛けの長さとした。測定値は、比較刺激の下端より鉛筆の印までの距離を物差しで測定して得られた値(0.1mm単位)とした。比較刺激の長さの調節に用いられた白紙の大きさは、14cm×14cmであり、予め各被験者に配布された。測定は、一人の被験者に対して112回[28条件(実験条件18+統制条件10)×4ブロック]行われた。112枚の刺激図形は、予め決められたランダムな順序に、被験者によって実験測定直前に並べられて冊子にされた。この作業により、測定前に、被験者はこの実験に用いられた刺激図形(28種)の全体を知ることになる。実験測定は、この冊子を用いて普通の明るい教室において集団で行われ、被験者のペースで刺激図形一枚ずつ上から順番に行われた。実験所要時間は約48分であった。

結 果

各条件における12名の被験者のPSEの平均を各条件の見掛けの長さ(実験条件の場合はPSE_E、統制条件の場合はPSE_Cと略す)とし、錯視量を百分率(I(%))と略す。I(%)=(PSE_E-PSE_C)÷PSE_C×100)で表し、これらPSE_E・PSE_C・I(%)をTable 1に示した。

Table 1 長方形の長軸及び短軸の見掛けの長さ(PSE_E)と対応する統制条件の見掛けの長さ(PSE_C)及びその錯視量(I(%))とt検定

(12人の平均・cm)・(錯視量(差)(I(%))は四捨五入前の値で計算)

長 方 形	A	B	C	D	E	K	L	H	M	N
PSE _E	2.93	4.45	5.73	8.49	11.49	5.98	5.92	5.87	6.00	5.88
統 制	a —	b —	c —	d —	e —	h				
PSE _C	2.80	4.10	5.49	8.18	11.46	5.94				
錯視量(差)	0.12	0.34	0.24	0.31	0.03	0.04	-0.02	-0.06	0.06	-0.05
I (%)	4.37	8.39	4.39	3.84	0.27	0.66	-0.32	-1.05	1.00	-0.91
t 検 定	t=1.98	** t=4.25	** t=3.48	t=2.04	t=0.26	t=0.29	t=0.23	t=0.76	t=0.82	t=0.62

長 方 形	F	G	H	I	J	O	P	C	Q	R
PSE _E	2.92	4.49	5.87	8.91	11.92	5.72	5.63	5.73	5.79	5.79
統 制	f	g	h	i	j	c —				
PSE _C	2.97	4.46	5.94	8.91	11.98	5.49				
錯視量(差)	-0.05	0.04	-0.06	0.00	-0.06	0.23	0.14	0.24	0.30	0.30
I (%)	-1.60	0.80	-1.05	0.04	-0.49	4.18	2.58	4.39	5.42	5.50
t 検 定	t=0.83	t=0.39	t=0.76	t=0.02	t=0.44	t=1.69	t=1.41	** t=3.48	** t=3.68	** t=3.37

錯視量(I(%))=(PSE_E-PSE_C)÷(PSE_C)×100 * p<0.05 ** p<0.01

Fig. 2 にメッツガー説の検討のために設定された条件 K・L・H・M・N の I (%) を示した。グラフから明らかなように、I (%) は、仮説の方向に変化していないので、仮説は支持されなかったといえる。条件 K・L・H・M・N の PSE_e に関して図形 (5) × 被験者 (12) の分散分析を行ったところ、図形の効果は有意でなかった。また、条件 K・L・H・M・N の PSE_e と対応する統制条件 h の PSE_c に関して、t 検定を行ったところ、Table 1 に示したように、いずれの条件にも有意な差はなかった。

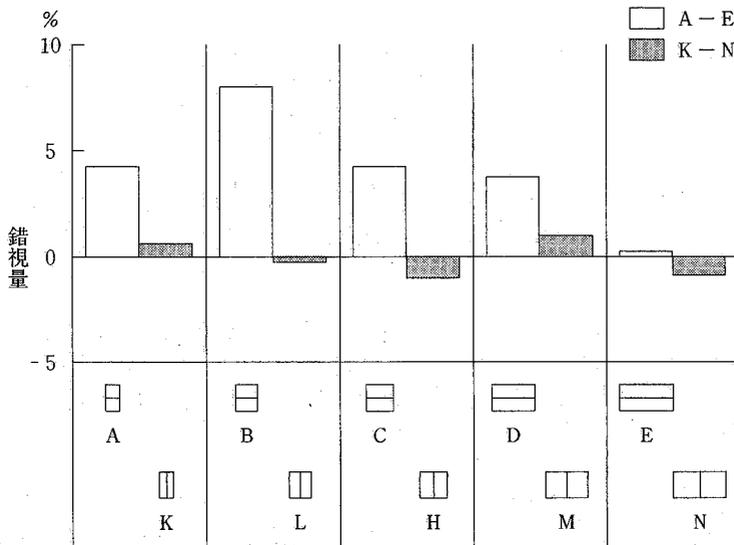


Fig. 2 横軸は二組の実験条件 (K-N・A-E) を表す。条件 K-N における長方形の垂直軸線分は、長方形の形態や面積の変化にかかわらず、殆ど過小視も過大視もされていない。条件 A-E では、水平軸線分は、殆どの長方形で形態や面積の変化に関係なく過大視されている。

もし、条件 K・L・H・M・N において仮説が支持された場合、被験者は、実験前に自分の刺激材料をランダムに並べる作業を課せられたので、刺激図形群の全体を知り、条件 K・L・H・M・N のうち、条件 K・L の面積は小さく、条件 M・N の面積は大きいことを知っているかもしれないので、条件 K・L・H・M・N の結果には面積の大きさの同化的な影響、すなわち、面積効果が疑われる。この面積効果の検討のために条件 A・B・C・D・E が設定されたのであるが、条件 K・L・H・M・N において仮説が支持されなかったので、面積効果の検討は不必要になった。しかし、念のため、条件 A・B・C・D・E の I (%) の変化を見てみると、面積が小から大に変化しても I (%) はそのように変化していないので、面積効果は生じていないといえる。そして、条件 K・L・H・M・N の結果と同様に、条件 A・B・C・D・E の I (%) は、仮説の方向に変化していないので、条件 A・B・C・D・E の結果も仮説を支持していないといえる。条件 A・B・C・D・E の PSE_e とそれぞれ対応する統制条件の PSE_c に関して、t 検定をおこなったところ、Table 1 に示したように、条件 A・D・E では、これらと同じ長方形である条件 K・M・N と同様に有意な差はなかったが、条件 B・C は有意に過大視された。この条件 B・C の結果に関しては後に考察する。

Fig. 3 は、Fig. 2 の条件群の図形を 90 度回転させた場合の実験結果であるが、条件 O・P・C・

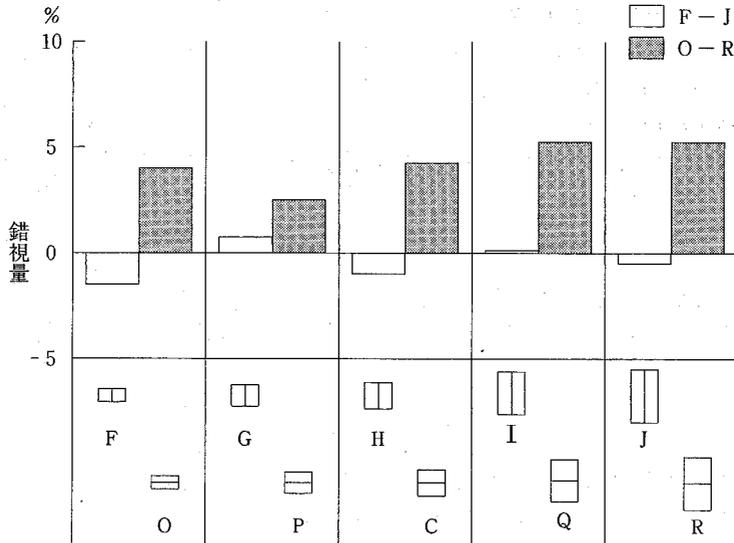


Fig. 3 Fig.2の実験条件群の長方形の方向を90度回転させた場合の結果である。Fig.2と同じく、長方形の垂直軸線分(条件F-J)は、長方形の形態や面積の変化にかかわらず、殆ど過小視も過大視もされず、水平軸線分(条件O-R)は、殆どの長方形で形態や面積の変化に関係なく過大視されている。

Q・Rの結果は、仮説の方向にI(%)が変化していないので、仮説を支持しなかったといえる。条件O・P・C・Q・RのPSEeに関して図形(5)×被験者(12)の分散分析を行ったところ、図形の効果は有意でなかった。また、条件O・P・C・Q・RのPSEeと対応する統制条件のPSEcに関して、t検定を行ったところ、Table 1に示したように、条件O・Pには有意差はなかったが、条件C・Q・Rは有意に過大視された。この条件C・Q・Rの結果に関しては後に考察する。

条件F・G・H・I・Jも、もし、条件O・P・C・Q・Rにおいて仮説が支持された場合、面積効果の検討のために設定された条件であるが、条件O・P・C・Q・Rにおいて仮説が支持されなかったので、面積効果の検討は不必要になった。しかし、念のため、条件F・G・H・I・JのI(%)の変化を見てみると、面積が小から大に変化してもI(%)はそのように変化していないので、面積効果は生じていないといえる。そして、条件O・P・C・Q・Rの結果と同様に、条件F・G・H・I・JのI(%)は、仮説の方向に変化していないので、条件F・G・H・I・Jの結果も仮説を支持していないといえる。条件F・G・H・I・JのPSEeとそれぞれ対応する統制条件のPSEcに関して、t検定を行ったところ、Table 1に示したように、いずれの条件にも有意な差はなかった。

考 察

Fig. 2とFig. 3は、図形の方向を除いて同形同大の条件刺激図形群の結果を表している。それぞれのグラフはかなり類似しているが、相違している点が1つある。条件K・L・H・M・NのI(%)は殆ど零(平均-0.13%)であるが、条件K・L・H・M・Nの図形を90度回転させた条件O・P・C・Q・RのI(%)は殆ど過大視(平均4.41%)されている。また、同様に、条件F・G・H・I・JのI(%)は殆ど零(平均-0.46%)であるが、条件F・G・H・I・Jの図形を90度回

転させた条件 A・B・C・D・E の I (%) は殆ど過大視 (平均 4.25%) されている。すなわち、垂直方向の軸線分の I (%) は殆ど零なのに、水平方向の軸線分は殆ど過大視されている。この原因は、それぞれ対応する条件間の相違が図形の方角だけであるので、方向、すなわち、空間の異方性が原因しているのではないかと考えられる。このような空間の異方性に原因する錯視量の相違は浜口 (1992) も報告している。空間の異方性と関連させて、これらの結果に関して詳しく考察することは非常に興味ある問題ではあるが、これらの結果が、本論の仮説が支持されなかったことと関係があるとは考えられないので、この問題に関しては別に研究の機会を設けたい。

条件 A・B・C・D・E, 条件 F・G・H・I・J, 条件 K・L・H・M・N, 条件 O・P・C・Q・R の結果は仮説を支持しなかった。この結果はメッツガー説の妥当性に疑問を投げ掛けることになるのであろうか。幾何学的には、円を種々に歪ませていろいろな楕円を作ることと、正方形を種々に歪ませていろいろの長方形を作ることとは対応するが、この対応は知覚的にも成立するのであろうか。もし、この対応が成立しないとすれば、本論の結果が浜口 (1992) の結果と同じでなくても不思議ではない。

メッツガーは長方形をよい形態であると考え、この長方形の歪んだ形態として平行四辺形を考えた。本論では、さらに、長方形よりよい形態として正方形を考えた。このような考え方は、幾何学的には成立するかもしれないが、知覚的には成立しないのかもしれない。浜口 (1988) は短辺:長辺 = 1:11.43 ~ 1:1 の長方形の対角線の錯視を測定したが、長方形の形態の変化による錯視 (過小視されたが有意でなかった) の変化はなかった。この研究も本論 (本論では、短辺:長辺 = 1:2 ~ 1:1) と同じく、長方形の内部線分の錯視が長方形の形態の変化の影響を受けるかどうかを検討した研究と考えられるが、両者の結果は一致しているといえる。細長い長方形から正方形に近い長方形まで、いろいろな形態の長方形があるが、これらは独立してそれぞれよい形態であり、これより上位のよい形態の長方形はないのかもしれない。このように考えれば、本論の結果はメッツガー説に疑問を投げ掛けるものではなく、むしろ、メッツガー説を支持するものであるといえる。

References

- 浜口恵治 1988 長方形の対角線の見掛けの長さ 高知大学学術研究報告, 37, 人文科学, 27-33.
浜口恵治 1992 Metzger の錯視理論に関する実験的研究 — 楕円の長軸及び短軸の錯視を用いて — 心理学研究, 63, 337-340.
メッツガー 盛永四郎 (訳) 1968 視覚の法則 岩波書店 (Metzger, W. 1953 *Gesetze des Sehens*. Frankfurt: Waldemar Kramer).
Rausch, E. 1952 *Struktur und Metrik figural-optischer Wahrnehmung*. Frankfurt: Waldemar Kramer.

(平成 4 年 9 月 1 日受理)

(平成 4 年 12 月 28 日発行)

