

エビングハウス角度錯視の異方性の実験的研究¹⁾

浜口 恵治

(人文学部人間文化学科心理学研究室)

An Experimental Study on the Anisotropy of the Ebbinghaus Angle Illusion

Keiji HAMAGUCHI

(Laboratory of Psychology, Faculty of Humanities and Economics)

The anisotropy of the Ebbinghaus angle illusion was investigated experimentally. The passive influences of the test lines (short lines) and the active influences of the long lines were examined independently by comparing the right angle figure with the left angle figure (the test lines or the long lines of both figures were the same in the direction) when the orientations of the figures were varied in sixteen steps; clockwise from 0° (vertical) to 337.5°. Fourteen university students estimated the apparent angles of the test lines. The magnitudes of the angle illusions were minimum when the test lines were oriented in the vertical or horizontal direction, and were maximum when the test lines or the long lines were placed 45° from the main direction. Both influences were greater in the oblique directions (45° from the main axes) than in the main directions. The anisotropy of this illusion is caused by the combination of both influences.

Key words: illusion, Ebbinghaus angle illusion, anisotropy, orientation detectors, lateral inhibition

脚注 1

本研究は日本基礎心理学会第14回大会で発表した。

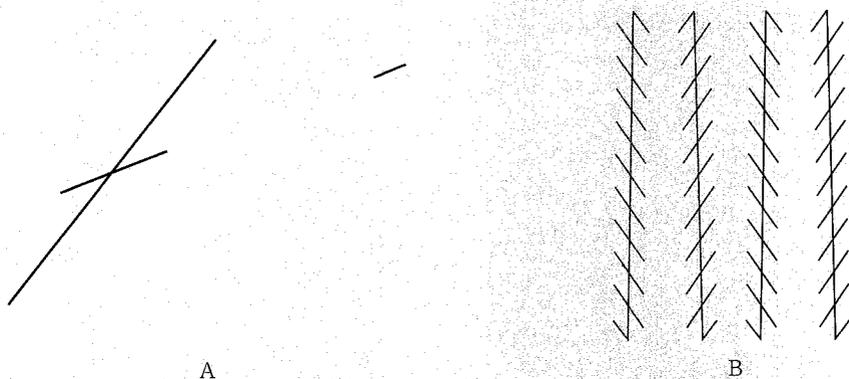


Figure 1. エビングハウス角度錯視図形 (A) とツェルナー錯視図形 (B) (今井, 1984)

Figure 1-Aはエビングハウス角度錯視図形である。この図形において、副線（長線）と鋭角に交差している主線（短線）の、客観的には延長上にある非常に短い線または点は、主観的には交差角の内側に位置しているように見える（主線、副線の用語は今井（1969）による）。橘・盛永（1930）、盛永（1932）は、交点を中心にしてこの図形を種々に回転させ、エビングハウス角度錯視の異方向性を発見した。主線の方向が、垂直水平方向よりも斜め方向にあるほうが錯視量が大きく、また、副線の方向も、垂直水平方向よりも斜め方向にあるほうが錯視量が大きいことを発見したのである。彼等の実験は、明確に統制条件を設定していないので、正味の錯視量が分かりにくく、また、エビングハウス角度錯視に対する主線の方向や副線の方向の効果を独立に分析できるように条件が設定されていない。本論は、統制条件を設定し、主線の方向や副線の方向の効果を独立に分析できるように実験計画して、主線あるいは副線が垂直水平方向にあるか斜め方向にあるかにより、なぜ異方向性が生起するのかを検討実験した。

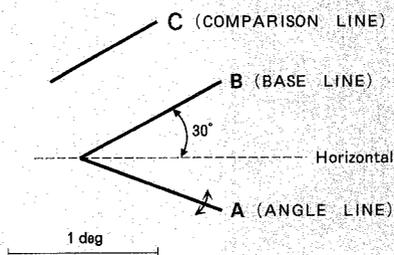


Figure 2. Blakemore たちの角度錯視実験の刺激図形 (Blakemore *et al.*, 1970)

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り生起するという Blakemore, Carpenter & Georgeson (1970) や Carpenter & Blakemore (1973) の考えに従うと、主線と副線に応答する方向検出器は相互に側抑制し合う。すなわち、主線と副線は、相互に影響し合い、影響され合うと考えられる。主線の見掛けの方向変位により錯視量を測定する場合、主線の、副線からの側抑制の受け易さ（影響の受け易さ）、すなわち、主線の被影響性と、副線の、主線に対して側抑制を及ぼす程度（影響を及ぼす程度）、すなわち、副線の影響性の組み合わせにより錯視量は決定されることになる。図形をいろいろな方向に傾けると、主線の被影響性の大きさや副線の影響性の大きさが、方向とともに変化するという異方向性が生起する可能性がある。浜口（1997）は、Blakemore *et al.* (1970) の角度錯視図形の基線 (base line) を、

0° (水平), 22.5°, 45°, 67.5°, 90° (垂直) に設定した場合の角度錯視実験を行った。基線の方向が垂直方向や水平方向より斜め方向の方が錯視量は大きく、異方性が観察された。この結果は、基線の被影響性の異方性の存在を予測させる。また、浜口 (1998) は、一本の斜線よりなる変形ミュラー・リヤー錯視図形を用い、ML主線が水平方向の場合と斜め方向の場合との斜線挟角の角度錯視実験を行った。ML主線が水平方向より斜め方向の方が錯視量は大きく、異方性が観察された。この結果は、ML主線の影響性の異方性の存在を予測させる。

浜口のこの二つの実験は、角度錯視における線分の影響性や被影響性を完全に独立して測定できるように実験計画されていない。本論は、主線の被影響性及び副線の影響性を完全に独立して測定できるように実験計画した。主線と副線のなす交差角度が22.5°である直角図形（主線が副線より時計回り側にある）と左角図形（同反対側）を、交点を中心にして22.5°ステップで回転させる（盛永等に倣って、時計の12時の方向を0°とし、時計回転で方向を記述する）とする。副線の方向が同じである（例えば67.5°）直角図形（この場合主線の方向は90°、Figure 3-Aがこれに当たる）と左角図形（同45°、同Figure 3-B）の錯視量を比較し差を求めると、両図形の副線の方向は同じであるので、副線の影響性は相殺され、両図形の主線の被影響性の差のみが得られる。もし、左角図形の錯視量が大きければ、主線の被影響性は45°の方が90°より大きいことになり、異方性が量的に明らかになる。また、主線の方向が同じである（例えば67.5°）直角図形（この場合副線の方向は45°）と左角図形（同90°）の錯視量を比較し差を求めると、両図形の主線の方向は同じであるので、主線の被影響性は相殺され、両図形の副線の影響性の差のみが得られる。もし、直角図形の錯視量が大きければ、副線の影響性は45°の方が90°より大きいことになり、異方性が量的に明らかになる。

本論は、上述の直角図形と左角図形を、22.5°ステップで、それぞれ1回転（360°）させることにより、主線が垂直水平方向と斜め方向に位置するときの被影響性の比較（0°対45°、45°対90°、90°対135°、135°対180°、180°対225°、225°対270°、270°対315°、315°対0°）（以下において45°、135°、225°、315°を斜め45°方向と総称する）と、副線が垂直水平方向と斜め方向に位置するときの影響性の比較（比較する方向角度対は被影響性と同一）を行い、浜口の二つ実験結果より、次の二つ仮説を立ててエビングハウス角度錯視の異方性を、主線の被影響性の異方性と副線の影響性の異方性の両面から実験的に検討する。

仮説 1 主線の被影響性は、主線が垂直水平方向より斜め45°方向にある方が大きいという異方性が観察される。

仮説 2 副線の影響性は、副線が垂直水平方向より斜め45°方向にある方が大きいという異方性が観察される。

もし、この二つの仮説を支持する実験結果が得られたならば、盛永等の発見したエビングハウス角度錯視の異方性は、主線の被影響性の異方性と副線の影響性の異方性の組み合わせにより生じることになる。

方 法

被験者 大学生14名（男4・女10）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は、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ドット群直線として知覚される(Figure 3参照)。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は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ほとん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とTable 2の条件欄に示されているような、実験条件刺激図形と統制条件刺激図形よりなる。実験条件刺激図形は、主線と副線とがそれぞれの中点において 22.5° で交差する。直角図形は主線が副線の時計回り側にあり、左角図形は主線が副線の反時計回り側にある。主線と副線の長さは69ドットと209ドットである。主線は垂直上方向(0°)の状態から、時計方向に 22.5° ステップで、点(320, 200)を中心に、 $0^\circ, 22.5^\circ, 45^\circ, 67.5^\circ, 90^\circ, 112.5^\circ, 135^\circ, 157.5^\circ, 180^\circ, 202.5^\circ, 225^\circ, 247.5^\circ, 270^\circ, 292.5^\circ, 315^\circ, 337.5^\circ$ まで回転させられる。よって、実験条件刺激図形は、直角図形16種と左角図形16種になる。これらの図形の名称は、R0000とかL0225のように、最初の一文字目をアルファベットの大字を用いて、直角図形(R)か左角図形(L)を表し、次ぎに主線方向の角度を続けることにより表した(L0225は主線方向 22.5° の左角図形)。統制条件刺激図形は、実験条件刺激図形の主線のみ(単一線分のみ)の16種である。直角図形と左角図形の統制条件刺激図形は同じであり、C0225のように、最初の一文字目をアルファベットの大字を用いて、統制(C)を表し、次ぎに対応する主線の方向を続けることによって表した(C0225は主線方向 22.5° の統制条件刺激図形)。

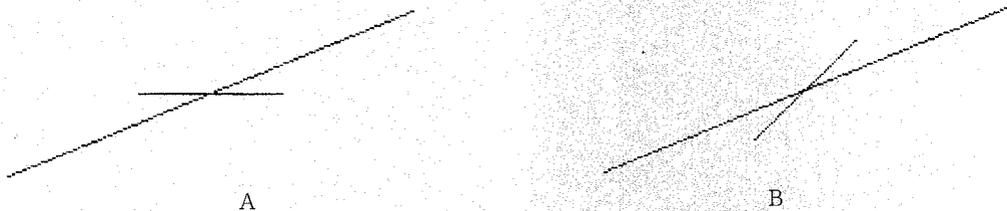


Figure 3. 刺激図形の一例

A: 主線方向 90° の直角図形実験用の実験条件刺激図形と上昇系列の比較刺激図形

B: 主線方向 45° の左角図形実験用の実験条件刺激図形と下降系列の比較刺激図形

被験者は主線の延長上近辺にある比較刺激図形の点を主線の見掛け上の延長線上に位置するように調整した。

比較刺激図形は、点(320, 200)を中心として、中心より175ドットの半径で回転する点(上昇系列は 10° 小さい角度から大きくし、下降系列は 10° 大きい角度から小さくする)である。刺激図形

の一例をFigure 3 - A・Bに示した。

手 続 半数の被験者は直角図形実験を先に行い、左角図形実験を後に行った。残り半数の被験者はこの逆の順序で行った。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方向とした。被験者は、標準刺激図形の主線の見掛けの延長上に来るように、比較刺激図形の点を、右向きか左向きの矢印キーを押すことによって、調整するようにと告げられた。左向きの矢印キーを押すと、点が反時計回転方向に移動し、右向きの矢印キーを押すと、点が時計回転方向に移動して、交点と点を結ぶ角度が増減した。続いて被験者は、調整が完了したらスペースキーを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、比較刺激の角度が記録され、次の刺激図形が呈示された。一人の被験者に対して、各実験において128回((16方向実験条件+16方向統制条件)×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。一人の被験者は、直角図形実験と左角図形実験の二つの実験を受けたが、実験間隔は約1時間以上取られた。測定は被験者のペースで行われ、1実験当たりの所要時間は一人平均28分08秒(15分53秒~48分08秒)であった。

結 果

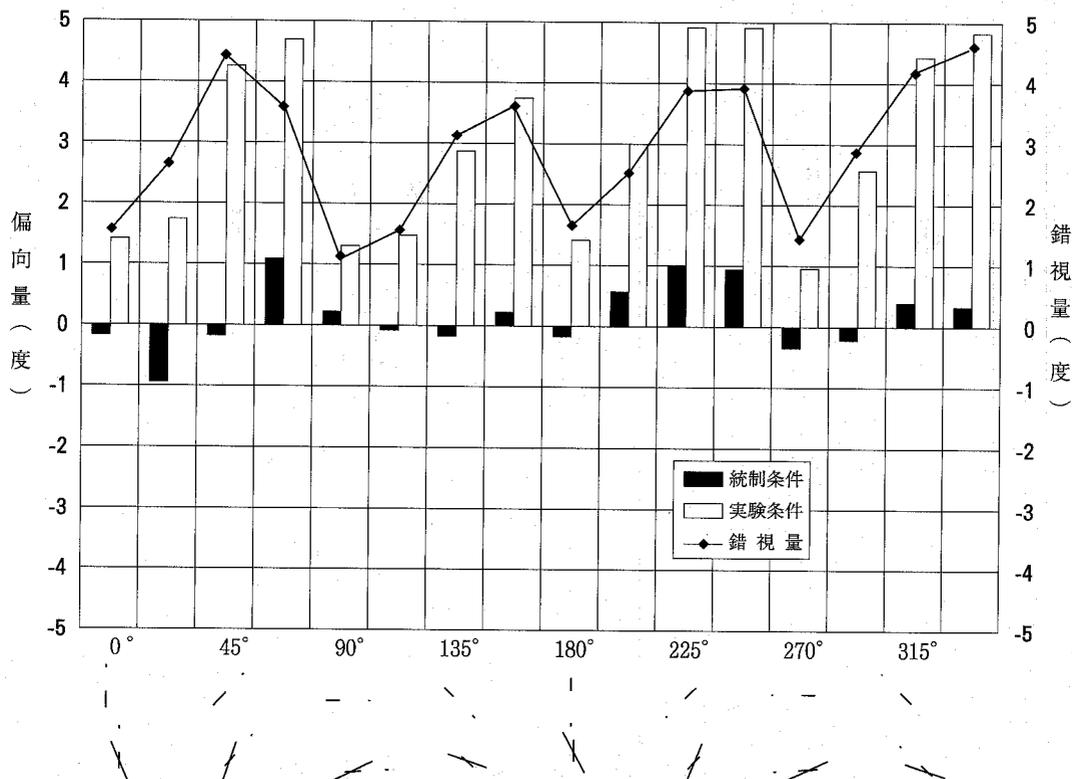


Figure 4. 横軸はエビングハウス角度錯視図形(直角図形)の統制条件刺激図形と実験条件刺激図形を時計回転方向に22.5°ステップで垂直方向(0°)から337.5°まで回転させた場合の図形の傾きを表す。点は比較刺激図形である。左側の縦軸は統制条件と実験条件の偏向量を表し、右側の縦軸は錯視量を表す。エビングハウス角度錯視は90°を周期とした異方性を示している。

偏向量: PSE - POE

錯視量: ((実験条件の偏向量) - (統制条件の偏向量))の絶対値

統制条件のPSE（以下において統制条件のPSEをPSE_cと記述する）と、そのPOE（Point of Objective Equality）との差を求め、POEからの統制条件の偏向量とした。実験条件のPSE（以下において実験条件のPSEをPSE_eと記述する）に対しても、そのPOEとの差を求め、POEからの実験条件の偏向量とした。偏向量が+の場合は時計回転方向への偏向であり、-の場合は反時計回転方向への偏向である。なお、直角図形実験と左角図形実験における統制条件刺激図形は同一であるが、各実験を独立したものと取り扱い、実験別に統制条件の偏向量を求めた。各実験において、それぞれ対応する実験条件の偏向量と統制条件の偏向量の差の絶対値を求め、それを錯視量とした（ $|PSE_e - PSE_c|$ と同じである）。直角図形実験の結果をTable 1に示すとともに、Figure 4にグラフで表した。同様に、左角図形実験の結果をTable 2に示すとともにFigure 5にグラフで表した。なお、1番の被験者（S1）がR1350条件において、S6がL1350条件において、4回中1回の測定を受けていなかった。また、S2がL2700条件の4回中1回の測定において、測定対象を主線でなく副線と取り違えた。これらに該当する条件の偏向量及び錯視量は、これらの被験者のデータを除いて、被験者13人として計算した。

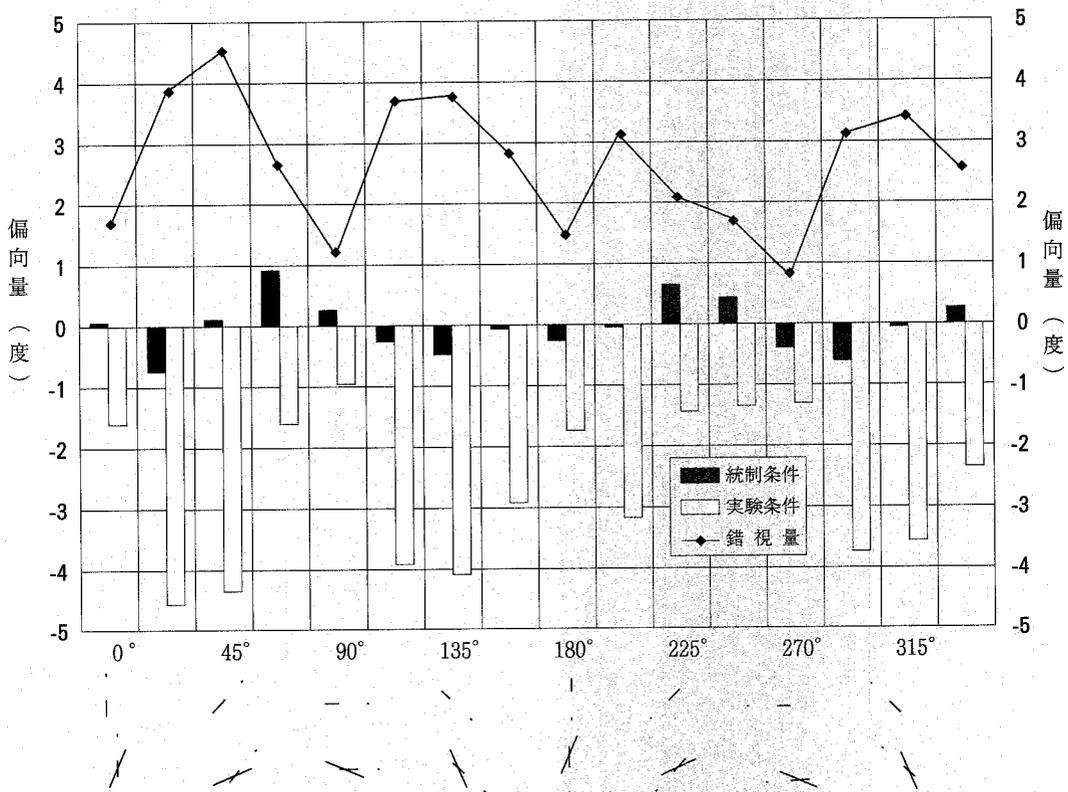


Figure 5. エビングハウス角度錯視（左角図形）の場合。以下 Figure 4 の説明と同じ。

Figure 4 と Figure 5 を見ると、方向変化にともなう統制条件の偏向量の変化は、直角図形実験と左角図形実験とでほとんど同じである。また、方向変化にともなう実験条件の偏向量の絶対値（直角図形実験における鋭角過大視は+の偏向量、左角図形実験における鋭角過大視は-の偏向量なので）の変化も直角図形実験と左角図形実験とでほとんど同じである。したがって、方向変化にともなう錯視量の変化も、直角図形実験と左角図形実験とでほとんど同じであった。すなわち、エ

ピングハウス角度錯視は、主線が垂直水平方向より斜め方向にあるほうが大きいという異方性を示した。盛永等 (1930, 1932) は統制条件を設定せず、実験条件の偏向量を錯視量としているので、本論の実験条件の偏向量の結果をもって彼等の結果 (彼等の用いた主線と副線が30°で交差する図形の場合) と比較すると、本論の結果と彼等の結果とは、よく似た傾向を示した。このように、本論は彼等の追実験をも兼ねているが、本論の主たる目的は、主線あるいは副線が垂直水平方向にあるか、斜め方向にあるかにより、なぜ、エビングハウス角度錯視の異方性が生起するかを検討することであった。そのため、二つの仮説が立てられた。

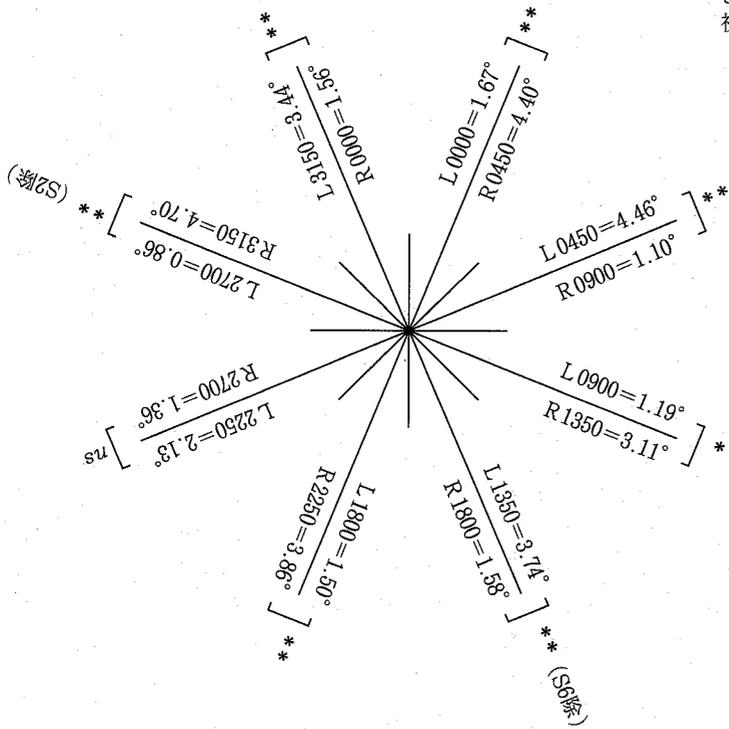


Figure 6. エビングハウス角度錯視における主線の被影響性の異方性

L0000図形とR0450図形は副線を共有して描け、点対称なのでL1800図形とR2250図形でもある。このように、この図は副線を同じくする8対の図形の合成図である。したがって主線の被影響性の異方性とは、例えば、L0000条件の錯視量1.67°は、((0°主線の被影響性)+(22.5°副線の影響性))であり、R0450条件の錯視量4.40°は、((45°主線の被影響性)+(22.5°副線の影響性))である。両者の第2項は同じなので、差は((0°主線の被影響性)-(45°主線の被影響性)<0)となり(45°主線の被影響性)の方が(0°主線の被影響性)より大きいという異方性が明確になる。
* $p < .05$ ** $p < .01$

主線の被影響性は、主線が垂直水平方向より斜め45°方向にある方が大きいという異方性が観察されるという仮説1を検証するため、Figure 6が描かれた。L0000図形とR0450図形は副線を共有して描け、点対称なのでL1800図形とR2250図形でもある。このようにFigure 6は、副線を同じくする8対の図形の合成図である。主線の方法変位により角度錯視を測定する場合、主線の被影響性と副線の影響性の組み合わせにより錯視量は決定される。副線の方法を同じくする対図形間の錯視量の比較は、副線の影響性が相殺され、主線の被影響性のみの比較になる。これらの対図形の主線方向は、垂直水平方向と斜め45°方向の対になっている。8対の図形の全てにおいて、主線が垂直水平方向より斜め45°方向の方が角度錯視は大きく、8対中7対が統計的に有意であった (L0000 : R0450 $t_{(13)} = 6.16 p < .01$; L0450 : R0900 $t_{(13)} = 5.20 p < .01$; L0900 : R1350 $t_{(12)} = 3.21 p < .01$; L1350 : R1800 $t_{(12)} = 4.21 p < .01$; L1800 : R2250 $t_{(13)} = 4.94 p < .01$; L2250 : R2700 $t_{(13)} = 1.95 ns$; L2700 : R3150 $t_{(12)} = 6.85 p < .01$; L3150 : R0000 $t_{(13)} = 3.36 p < .01$)。したがって、概ね、結果は仮説1を支持した。

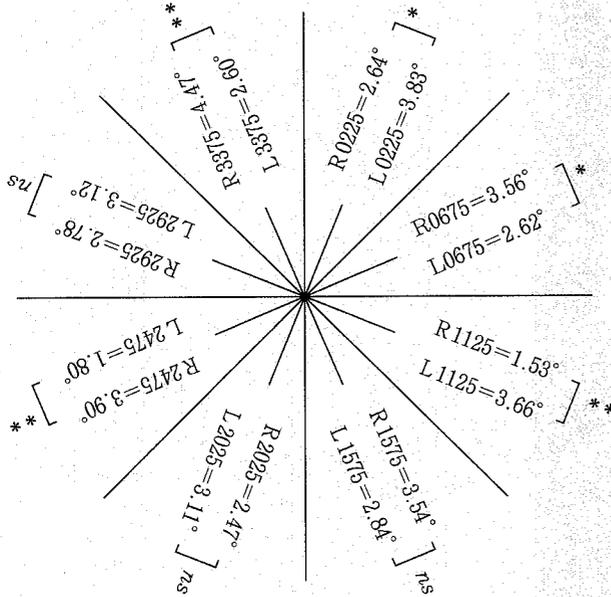


Figure 7. エビングハウス角度錯視における副線の影響性の異方性

R0225図形とL0225図形は主線を共有して描け、点対称なのでR2025図形とL2025図形でもある。このように、この図は主線を同じくする8対の図形の合成図である。したがって副線の影響性の異方性とは、例えば、

R0225条件の錯視量 2.64° は、 $((0^\circ \text{副線の影響性}) + (22.5^\circ \text{主線の被影響性}))$ であり、L0225条件の錯視量 3.83° は、 $((45^\circ \text{副線の影響性}) + (22.5^\circ \text{主線の被影響性}))$ である。

両者の第2項は同じなので、差は $((0^\circ \text{副線の影響性}) - (45^\circ \text{副線の影響性}) < 0)$ となり (45°副線の影響性) の方が (0°副線の影響性) より大きいという異方性が明確になる。

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

副線の影響性は、副線が垂直水平方向より斜め 45° 方向にある方が角度錯視が大きいという異方性が観察されるという仮説2を検証するため、Figure 7が描かれた。R0225図形とL0225図形は主線を共有して描け、点対称なのでR2025図形とL2025図形でもある。このようにFigure 7は、主線を同じくする8対の図形の合成図である。主線の変位により角度錯視を測定する場合、主線の被影響性と副線の影響性の組み合わせにより錯視量は決定される。主線の変位を同じくする対図形間の錯視量の比較は、主線の被影響性が相殺され、副線の影響性のみの比較になる。これらの対図形の副線方向は、垂直水平方向と斜め 45° 方向の対になっている。8対の図形の全てにおいて、副線が垂直水平方向より斜め 45° 方向の方が角度錯視は大きく、8対中5対が統計的に有意であった(R0225 : L0225 $t_{(13)} = 2.24$ $p < .05$; R0675 : L0675 $t_{(13)} = 2.75$ $p < .05$; R1125 : L1125 $t_{(13)} = 5.38$ $p < .01$; R1575 : L1575 $t_{(13)} = 1.33$ ns ; R2025 : L2025 $t_{(13)} = 1.86$ ns ; R2475 : L2475 $t_{(13)} = 5.10$ $p < .01$; R2925 : L2925 $t_{(13)} = 0.81$ ns ; R3375 : L3375 $t_{(13)} = 3.54$ $p < .01$)。したがって、概ね、結果は仮説2を支持した。

考 察

主線の被影響性は、主線が垂直水平方向より斜め 45° 方向にある方が大きいという異方性が観察されるという仮説1と、副線の影響性は、副線が垂直水平方向より斜め 45° 方向にある方が大きいという異方性が観察されるという仮説2を支持する結果が得られた。したがって、エビングハウス角度錯視は主線と副線の方向が斜め方向になるように図形全体を傾けた方が大きいという、異方性は、主線の被影響性の異方性と副線の影響性の異方性の組み合わせにより生起すると結論できる。

盛永等(1930)の実験は、統制条件を設定していないので、正味の錯視量が分かりにくい。単独実験として、主線のみ(統制条件)の偏向量を測定し、主線と副線が 30° で交差する図形における主線の偏向量と比較して、正味の錯視量を推定している。この正味の錯視量においても、実験条件

の偏向量を錯視量としている実験と同様に、主線や副線が垂直水平方向より斜め方向にある方が錯視量が大きいという異方性が観察されている。盛永等は、図形を30°ステップで回転させているので、錯視量の最大値は、主線も副線も垂直水平方向より30°傾いた方向にあり、主線の効果と副線の効果を独立に分析できない。本論は、統制条件が設定されているので、Figure 4とFigure 5の90°周期のエビングハウス角度錯視の異方性のグラフは、直接正味の錯視量を表しており、主線と副線が22.5°で交差する図形を22.5°ステップで回転させているので、視察により主線の効果と副線の効果を分析的に考察できる。本論の結果も90°周期の異方性を示して盛永等の結果とよく似ているが、さらに本論の結果は、主線の方向が斜め45°において最大の錯視量を示しているのが8か所中4か所であり(右角図形では4か所中1か所、左角図形では4か所中3か所)、副線の方向が斜め45°において最大の錯視量を示しているのが残りの4か所(右角図形では4か所中3か所、左角図形では4か所中1か所)であることを示している。このように、本論の結果は、盛永等の結果

Table 1. エビングハウス角度錯視図形(右角図形)の各実験条件の偏向量とその対応する統制条件の偏向量、及びその錯視量とt検定(14人の平均)

偏向量: PSE-POE

錯視量: ((実験条件の偏向量)-(統制条件の偏向量))の絶対値

R: 右角を意味する。例えば、R0450は主線方向45°の右角エビングハウス角度錯視図形

C: 統制を意味する。例えば、C0450はR0450の統制条件刺激図形(主線のみ)

(偏向量と錯視量は四捨五入前の値で計算)(注1: S1を除いて計算)

統制条件	C0000	C0225	C0450	C0675	C0900	C1125	C1350	C1575
偏向量	-0.15	-0.89	-0.15	1.10	0.19	-0.08	-0.20	0.17
実験条件	R0000	R0225	R0450	R0675	R0900	R1125	R1350	R1575
偏向量	1.41	1.76	4.25	4.66	1.28	1.45	2.86 ¹⁾	3.70
錯視量	1.56	2.64	4.40	3.56	1.10	1.53	3.11 ¹⁾	3.54
t検定	t=6.65 **	t=6.78 **	t=9.00 **	t=10.14 **	t=4.47 **	t=4.86 **	t=6.30 ¹⁾ **	t=9.41 **

統制条件	C1800	C2025	C2250	C2475	C2700	C2925	C3150	C3375
偏向量	-0.20	0.52	0.99	0.92	-0.41	-0.29	0.30	0.26
実験条件	R1800	R2025	R2250	R2475	R2700	R2925	R3150	R3375
偏向量	1.38	2.99	4.84	4.82	0.95	2.49	4.37	4.73
錯視量	1.58	2.47	3.86	3.90	1.36	2.78	4.07	4.47
t検定	t=7.37 **	t=12.88 **	t=9.33 **	t=14.03 **	t=7.19 **	t=6.97 **	t=8.76 **	t=10.45 **

*p<.05 **p<.01

よりも、主線の方向と副線の方向の両方が、エビングハウス角度錯視の異方性に関係していることを明確に表している。Figure 6は、エビングハウス角度錯視に及ぼす主線の被影響性を独立に取り出し、Figure 7はエビングハウス角度錯視に及ぼす副線の影響性を独立に取り出して、Figure 4とFigure 5の上述の視察を定量的に証明している。

盛永等(1930, 1932)は、また、それらの実験で、異方性の最小値が、主線が垂直水平方向にある場合にも、副線が垂直水平方向にある場合にも、生起することを見い出している。しかし、本論

のFigure 4とFigure 5の90°周期のエビングハウス角度錯視の異方性のグラフを見ると、最小値が生じているのは、全て主線が垂直水平方向にある場合である。彼等の結果は、被験者個人別に表しており、また被験者数も3人か4人なので、本論の14人の平均値によるデータの方が説得力がある。本論で考察すると、最大値が生じているのは、主線が斜め45°方向の場合と副線が斜め45°方向の場合とが半々であるので、錯視量の最大値から見ると、異方性に及ぼす、主線の被影響性の割合と副線の影響性の割合との大小は判定しにくい。錯視量の最小値から見ると、主線の被影響性の方が副線の影響性より、異方性に及ぼす割合が大きいことがわかる。Figure 6より見ると、垂直水平方向と斜め45°方向との主線の被影響性の単純な差の平均は2.30°である。また、Figure 7より見ると、垂直水平方向と斜め45°方向との副線の影響性の単純な差の平均は1.24°である。斜め45°方向においては、エビングハウス角度錯視に及ぼす主線の被影響性と副線の影響性は同じぐら

Table 2. エビングハウス角度錯視図形(左角図形)の各実験条件の偏向量とその対応する統制条件の偏向量、及びその錯視量とt検定(14人の平均)

偏向量: PSE-POE

錯視量: ((実験条件の偏向量)-(統制条件の偏向量))の絶対値

L: 左角を意味する。例えば、L0450は主線方向45°の左角エビングハウス角度錯視図形

C: 統制を意味する。例えば、C0450はL0450の統制条件刺激図形(主線のみ)

(偏向量と錯視量は四捨五入前の値で計算)(注1: S6を除いて計算, 注2: S2を除いて計算)

統制条件	C0000	C0225	C0450	C0675	C0900	C1125	C1350	C1575
偏向量	0.03	-0.74	0.11	1.03	0.26	-0.24	-0.46 ¹⁾	-0.05
実験条件	L0000	L0225	L0450	L0675	L0900	L1125	L1350	L1575
偏向量	-1.64	-4.57	-4.35	-1.59	-0.93	-3.90	-4.07	-2.89
錯視量	1.67	3.83	4.46	2.62	1.19	3.66	3.74 ¹⁾	2.84
t検定	t=7.41 **	t=9.31 **	t=8.65 **	t=9.43 **	t=4.33 **	t=10.33 **	t=7.82 ¹⁾ **	t=6.43 **

統制条件	C1800	C2025	C2250	C2475	C2700	C2925	C3150	C3375
偏向量	-0.25	-0.03	0.70	0.49	-0.37	-0.58	-0.04	0.28
実験条件	L1800	L2025	L2250	L2475	L2700	L2925	L3150	L3375
偏向量	-1.74	-3.14	-1.42	-1.31	-1.28 ²⁾	-3.70	-3.49	-2.31
錯視量	1.50	3.11	2.13	1.80	0.86 ²⁾	3.12	3.44	2.60
t検定	t=5.85 **	t=10.48 **	t=6.00 **	t=5.16 **	t=4.89 ²⁾ **	t=6.63 **	t=5.71 **	t=10.39 **

*p<.05 **p<.01

いであるが、垂直水平方向になるにつれて主線の被影響性が急減するのであろう。

ツェルナー(Zöllner)錯視(Figure 1-B参照)も、図形を斜め方向に傾けた方が錯視量が大きいという異方性を示す角度錯視である(盛永, 1933; Oyama, 1975)。Oyama(1977)は、方向検出器の同調曲線の幅が、斜め方向においては広く、垂直水平方向においては狭いと仮定すれば、このような角度錯視の異方性を説明できると考えた。序で述べたように、角度錯視は角度をなす二本の線分にそれぞれ応答する方向検出器間の側抑制により生起すると考えられるので、Oyamaの仮定に従うと、角度を構成する一方の線分が垂直方向か水平方向にある場合は、側抑制を及ぼす範囲

が狭いので他方の線分に小さな方向変位を生起させ、斜め方向にある場合は、側抑制を及ぼす範囲が広いので他方の線分に大きな方向変位を生起させることになる。側抑制は相互的なので、逆に、角度を構成する一方の線分が垂直方向か水平方向にある場合は、側抑制を受ける範囲が狭いので他方の線分から小さな方向変位を生起させられ、斜め方向にある場合は、側抑制を受ける範囲が広いので他方の線分から大きな方向変位を生起させられることになる。前者を本論で仮定した副線の影響性に対応させ、後者を本論で仮定した主線の被影響性に対応させると、主線や副線が斜め45°方向にある時に、錯視量が最大になることがわかる。

上記の考えを単純に適用すると、Figure 4とFigure 5の90°周期のエビングハウス角度錯視の異方性において、副線が垂直水平方向の時にも最小値が得られても不思議ではないのに、最小値が得られているのは、全て主線が垂直水平方向にある場合ばかりである。したがって、上記の考えを少し修正する必要がある。方向検出器の同調曲線の幅は、興奮部分の幅と抑制部分の幅よりなり、側抑制を受けて方向変位を生起させられるのは、興奮部分の山の一部分がけずられ、中心が変位するからである (Blakemore *et al.*, 1970)。この興奮部分の幅が広い場合は大きな方向変位を生起させられ、狭い場合は小さな方向変位を生起させられることになる。したがって、同調曲線の幅を構成する興奮部分の幅の割合が、垂直水平方向ほど小さくなるとの仮定を付け加えれば、垂直水平方向の線分は、より一層側抑制を受けにくくなり、より小さな方向変位を生起させられると考えられる。この考えを本論の主線の被影響性に対応させると、90°周期のエビングハウス角度錯視の異方性において、主線が垂直水平方向にある場合に、全ての最小値が得られたことが説明できる。

本論は、エビングハウス角度錯視における主線あるいは副線の垂直水平方向との関係が、なぜこの錯視に異方性を生起させるのかを実験的に検討するために、主線の被影響性と副線の影響性を独立に分析できるように実験計画した。その結果、主線の被影響性も副線の影響性も、斜め45°方向にあるときに大きく、垂直水平方向にあるときに小さくなり、また、斜め45°方向においては、主線の被影響性と副線の影響性は同じぐらいであるが、垂直水平方向になるにつれて主線の被影響性が急減して、エビングハウス角度錯視の異方性を生起させることがわかった。

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.
- Carpenter, R. H. S., & Blakemore, C. 1973 Interactions between orientations in human vision. *Experimental Brain Research*, 18, 287-303.
- 浜口恵治 1997 ポイント・マッチング法による角度錯視の組織的研究 人文科学研究, 5, 1-10.
- 浜口恵治 1998 ML錯視の異方性と角度錯視の異方性の対応 — ML錯視に関する角度錯視説の検討実験 — 人文科学研究, 6, 1-12.
- 今井省吾 1969 幾何学的錯視 和田陽平・大山正・今井省吾(編) 感覚・知覚心理学ハンドブック 誠信書房 537-576.
- 今井省吾 1984 錯視図形 — 見え方の心理学 — サイエンス社.
- 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.
- 橘覚勝・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10年(1998)年9月21日受理

平成10年(1998)年12月25日発行