

## 主観的明るさ錯視 (Subjective Brightness) と被暗示性

菅原正和\* 石川ゆり子\*\* 成田有紀\*\*\*

(2006年2月6日受理)

Masakazu SUGAWARA, Yuriko ISHIKAWA, and Yuhki NARITA

### Subjective Illusory Figures and Suggestibility

#### I. 問題と目的

外界事象を生体が知覚するとき、脳の処理プロセスを介してのみ知覚可能であって、外界事象それ自体の知覚はヒトには不可能である。錯視は、かかる外界の実体と知覚されるものの相違を最も端的に示している。

主観的図形 (subjective figures) の知覚過程には、“bottom-up”処理と“top-down”処理が複雑に関わっており、Brussell (1977) らは、主観的輪郭が知覚されなくなる点と見かけのコントラストが生じなくなる誘導図形の輝度はほぼ一致することを報告している。Coren (1991) は、側方抑制を促進する実験条件では主観的輪郭の明確度と見かけの明るさの違いが増加したと報告し、網膜水準での側方抑制の寄与と明るさの充填への寄与を示唆している。他方 Sugawara と Morotomi (1991) は、Kanizsa 図形 (1976) を用いた視覚誘発電位 (visual evoked potentials) に関する研究において、視知覚における主観的図形で誘発される見かけ上の明るさ (illusory brightness) の増大が、視覚系の高次レベルで処理されていることを明らかにした。同じく Kanizsa の正方形とその変形例 (線で構成されたもの) を用いた塚田 (1999) らの実験は、主観的な正方形を見る場合、凸凹パターンを知覚していることを示した。吉本 (2003) は Kanizsa

図形における検査野と誘導野の明度を組織的に変化させる実験で、検査野とパックマンの明度差が小さくなるにしたがって主観的輪郭の明確度が低下することを見出している。

主観的輪郭線 (subjective contours) や見かけ上の明るさに限らず、錯視は視覚系形成の発達初期段階から見られる illusion であるが、錯視量には個人差がある。本研究は、主として personality 要因である被暗示性と錯視量、とりわけ主観的明るさ知覚との関連を調べる。

#### II. Illusory figures

Gregory (1972), Coren and Girgus (1978), Grossberg (1997) らによって、主観的図形の成立には①視覚的刺激に関してはその背景と全く等しいにもかかわらず、主観的輪郭線によって囲まれた部分は、背景よりも明るく見えること、②主観的輪郭線で囲まれた面は不透明で、他の図形を上から覆い隠しているように見えること、③視野内に何らかの不完全要素が存在し、必要な輪郭線が視覚系の作用によって補充されれば、完結してより単純で安定した規則的図形となること等が明らかになった。その後の脳研究において、V1領域に主観的輪郭を検出する能力を持つニューロンが存在すると報告され (Grosf, Shapley and Hawken,

1993; Tomita, Ohbayashi, Nakahara, Hasegawa and Miyashita, 1999), 視覚情報処理過程解明の重要な糸口として主観的輪郭を含む図形を使用した研究が注目されている。

### III. Suggestibility

従来、催眠暗示が覚醒時における通常感覚閾値を変える(低めて感覚過敏が起こる場合と高める場合とがある)とみなされてきた。しかし Weitzenhoffer (1957) は、感覚閾値の変化は暗示による被験者への動機づけによって生じているとしている。催眠時の意識特性として①トランス状態の出現、②被暗示性高進、③選択的注意、④活発なイメージ活動、⑤ reality check (現実吟味)の減少(現実歪曲)⑥年齢退行(役割行動)、⑦健忘、⑧後催眠暗示、⑨自律神経系の変化(脈拍、呼吸、脳波、脳の血流量、血圧等の生理的変化)等を挙げることができる。暗示に対する反応には個人差があり、暗示に反応しやすい人が必ずしも深い催眠に到達するとは限らないため、被暗示性、催眠感受性と被催眠性とは区別される。被催眠性は催眠の導入および深化の暗示に対して最終的に到達し得る能力であり、催眠感受性は暗示に対するレディネスで、被暗示性過敏やパーソナリティと結びつけながら研究されてきている。被暗示性には以下のような特性があることが明らかにされている。一般的に成人よりも児童の方が、男性よりも女性の方が被暗示性は高く、concentration能力と相関が高いが、従来言われているようなIQとの相関は見出されていない。なお、Rorschach Test, における色彩反応・形態色彩反応は被暗示性の指標になるとされている。現在最も多く用いられている催眠感受性尺度、被暗示性尺度は、Stanford Hypnotic Susceptibility Scale Form A,B,C (SHSS), Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility Form A,B,C (HGSHS), Barber's Suggestibility Scale, 成瀬悟策の催眠被暗示性表などが信頼性の高い尺度であるが、それぞれ異なる特徴をもっており目的に応じて使い分ける必要が

ある。SHSS Form A,B は互いに対応し、実験の妥当性が確保され得る。Barber の被暗示性尺度は、項目数が多すぎることなく基準もはっきりしており、深度ではなく催眠への反応の仕方をみるという点で研究向きである。成瀬の被暗示性表は、基準が抽象的で結果が量的に捉えにくいいため実験より臨床向きの尺度である。

本研究においては、主観的輪郭で囲まれた内側・外側の明るさを精神物理学的に測定し、併せて被暗示性を測定し催眠実験を行い、そのスコアを分析することによって両者の関係性を検討する。

### IV 実験方法

#### 〔被暗示性〕

被暗示性尺度は、菅原研究室で作成し使用してきた尺度(Appendix 1)。20項目、2因子構造(想像・没入、感覚異常・興奮)からなる。被験者大学生48名(男性20名、女性28名)の分析によって作成した。一般的に因子分析する場合のデータ数は項目数の2~5倍の被験者が必要(田中, 1996)である。

#### 〔一次的催眠被暗示性実験〕

Stanford Hypnotic Susceptibility Form A, 成瀬の催眠被暗示性, Barber's Suggestibility Scale を参考に一次的催眠被暗示性を測定する10項目を作成し使用(Appendix 2)。

被験者は大学生28名(男性11名、女性17名)。実験は防音・電気遮蔽室で行い、被験者に実験の目的とプロセスを説明し、暗示は深い催眠に誘導しないので安心してリラックスし実験者のinstructionに集中するよう依頼した。実験前に軽く体をほぐしたり、深呼吸をするように促しできるだけリラックス出来るようにした。実験で用いた一次的催眠被暗示性10項目は以下の通りである。

- ①腕下降 ②腕浮遊 ③腕移動(合掌)
- ④指固め ⑤閉眼 ⑥額涼感
- ⑦後倒 ⑧幻色 ⑨幻視 ⑩幻聴

#### 〔主観的明るさ知覚の実験〕

被験者は視覚系に障害のない大学生22名(男10

名, 女12名)。

〔視覚刺激図形〕

Kanizsa の四角形 (Figure 1)。一辺55mmの正方形の主観的輪郭が知覚されるように, 直径27mm(視角度2.0°, 0.03cd/m<sup>2</sup>) のパックマンを四つ配置した。スポット刺激は(半径5mm) Fig.1の主観的輪郭線の内側1cm, 外側1cmのところにスポットを呈示した。スポットの呈示時間は13, 16, 19, 22, 25, 28msecで, 各時間20回ずつ, 合計240回をランダムに呈示した。

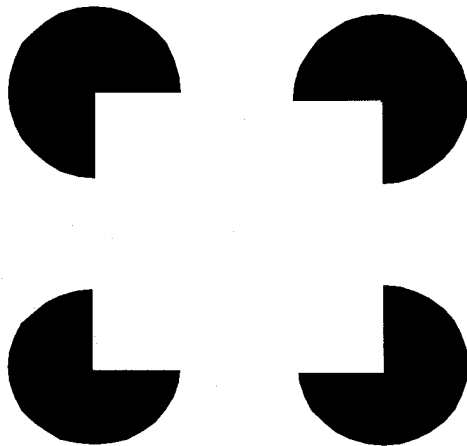


Fig.1 Kanizsa's subjective contour figure

〔実験装置〕

視覚刺激は竹井機器製タキストスコープDP4

型とプリセットタイマーで提示した。第1チャンネルに主観的輪郭図形, 第2チャンネルにスポット刺激, 第3チャンネルには凝視点 (subjective contour の上の中央) を両眼視で提示した。

〔実験手続き〕

被験者は楽な姿勢でタキストスコープの前に座り, のぞき窓から中をのぞいて, 常に凝視点を見ること, 主観的図形の両側にスポットが見えたら実験者に知らせるよう教示した。実験者は, 被験者の報告にもとづいて記録用紙 (Appendix 3) に記入した。

## V 結 果

〔被暗示性尺度〕

因子分析 (主因子法, バリマックス回転) の結果, 固有値が1.0以上の解釈可能な2因子を抽出した。第1因子は (5項目), 集中力, 没頭, 想像力の豊かさと関係があり, 「想像・没入」と命名した。第2因子は (5項目), 普段とは違った感覚をおぼえる, またはそれを好むといった項目で構成されており, 「感覚異常・興奮」と命名した (Table 3)。Table 1は因子ごとの平均値と標準偏差を示している。各因子における男女間では, 有意な差は見られなかった (Table 2)。

Table 1 被暗示性尺度 因子ごとの平均値と標準偏差

	平均値	標準偏差
想像・没入	10.93	(3.92)
感覚異常・興奮	12.13	(3.95)
全体	23.36	(6.86)

( )内は標準偏差

Table 2 被暗示性尺度 因子ごとの男女差 (n=28)

	全体	男 (n = 11)	女 (n = 17)	t 値
想像・没入	10.93 (3.92)	9.18 (2.86)	12.06 (4.16)	-2.00 n. s.
感覚異常・興奮	12.43 (3.95)	11.55 (4.25)	13.00 (3.76)	-0.95 n. s.

( )内は標準偏差

Table 3 一次的催眠被暗示性の因子分析表

被暗示性尺度の因子構造 (n = 48)

項目内容	因子	因子
	1	2
小説を読んだり芝居を見たりしているうちに、我を忘れその中に浸りこみ、まるでその中の人物になったような感じになったことがある。	0.90	-0.05
空想上の友達を作ったことがある。	0.64	0.35
ある人を激しく愛して、そのために自分が薄れていくように感じたり相手と一心同体になってしまったような感じがしたことがある。	0.48	0.22
劇をやっている、自分も観客も忘れてすっかり劇中の人物になってしまったようなことがある。	0.37	-0.08
過去のことを思い出しているうちに、そのことがそっくりそのまま生き生きと蘇ってきたような経験がある。	0.35	0.01
自分の体の一部が自分のものではないような気がしたことがある。	0.15	0.67
天井や壁が動いたり、大きさが変わって見えたことがある。	0.30	0.62
あなたを怒らせるような人は殴っても当然だと思う。	-0.19	0.47
バカ騒ぎなどに参加して、普通ならやるはずもないことをしてしまったことがある。(アルコールが入っていない状態で)	0.10	0.42
冒険をしていつもと違った経験をするのが好きだ。	-0.05	0.40
	固有値	1.86 1.56
	寄与率 (%)	18.59 15.59

因子1：想像・没入      因子2：感覚異常・興奮

[一次的催眠被暗示性実験] 各項目ごとの平均値, 差を Table5に示す。各因子において性別による標準偏差を Table4に, 各因子の平均値と標準偏差 有意な差はみられなかった (Table 6)。

Table 4 一次的催眠被暗示性実験 平均値と標準偏差 (n = 27)

	主観得点	意図・暗示
腕下降	2.00 (1.14)	0.78 (0.42)
腕浮遊	0.89 (0.93)	0.63 (0.49)
腕移動	1.22 (1.01)	0.70 (0.47)
指固め	2.22 (0.93)	0.89 (0.32)
閉眼	1.26 (1.13)	0.52 (0.51)
額涼感	0.74 (0.81)	0.67 (0.48)
後倒	2.22 (1.01)	0.96 (0.19)
幻色	1.33 (0.83)	0.67 (0.48)
幻視	1.33 (1.04)	0.70 (0.47)
幻聴	1.04 (0.94)	0.67 (0.48)

( )内は標準偏差

Table 5 一次的催眠被暗示性実験 因子ごとの平均値と標準偏差 (n = 27)

観念運動系項目	14.30	(4.87)
知覚系項目	7.15	(3.42)
合計	21.44	(7.36)

( )内は標準偏差

Table 6 一次的催眠被暗示性実験 男女差 (n = 27)

	全体	男 (n = 11)	女 (n = 16)	t 値
観念運動	14.30 (4.87)	12.55 (3.532)	15.50 (5.39)	-1.59 n. s.
知覚	7.15 (3.42)	5.73 (3.13)	8.13 (3.34)	-1.88 n. s.

( )内は標準偏差

## 〔主観的明るさ知覚実験〕

スポット呈示時間が13msecでは、主観的輪郭線の内側と外側においてスポットの知覚に有意な差は見られなかったが、16msecよりも長い呈示時間において内側と外側におけるスポットの知覚

に有意な差が出現した。スポット呈示時間が16msecよりも長くなると、外側よりも内側でより多くスポットが知覚されることが明らかとなった (Figure 2, Table 7)。男女間では有意な差がなかった (Table 8)。

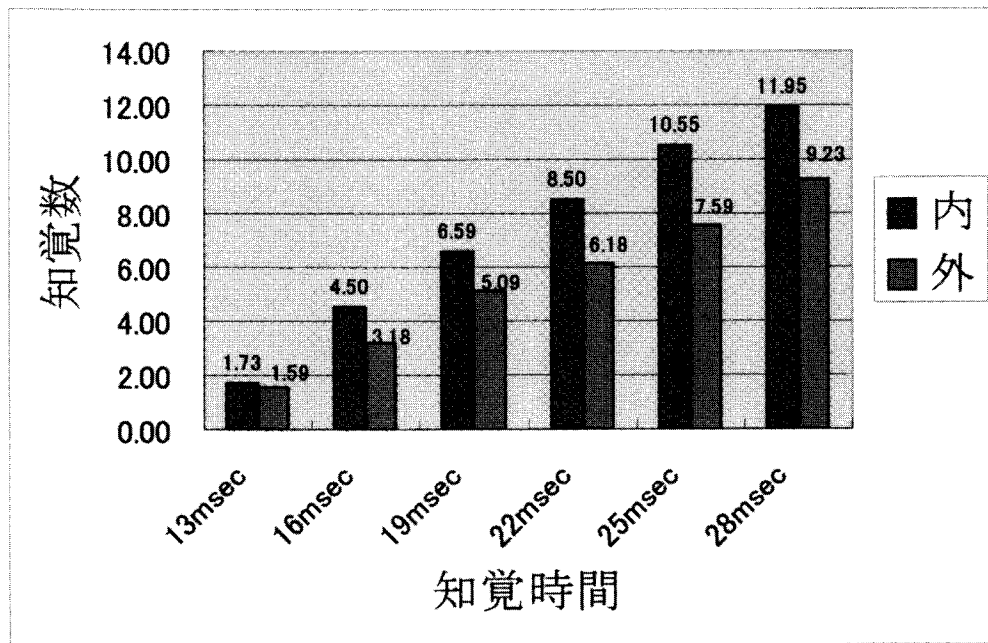


Figure 2 時間ごとの内側と外側のスポット知覚数

Table 7 時間ごとのスポット知覚の平均値・標準偏差 (n=22)

	内	外	t 値
13msec	1.73 (2.62)	1.59 (2.20)	0.34 n. s.
16msec	4.50 (3.50)	3.18 (3.10)	2.52 *
19msec	6.59 (4.19)	5.09 (3.42)	2.33 *
22msec	8.50 (5.11)	6.18 (5.19)	3.38 **
25msec	10.55 (5.83)	7.59 (5.34)	2.96 **
28msec	11.95 (5.72)	9.23 (5.68)	3.13 **
合計	43.82 (23.95)	32.86 (21.87)	3.94 **

( )内は標準偏差

\* :  $p < .05$ \*\* :  $p < .01$

Table 8 明るさ知覚における男女差 (n=22)

	全体	男 (n = 10)	女 (n = 12)	t 値
内	43.82 (23.95)	43.60 (26.95)	44.00 (22.39)	-0.04 n. s.
外	32.86 (21.87)	33.70 (27.06)	32.17 (17.69)	0.16 n. s.

( )内は標準偏差

[主観的明るさ知覚と被暗示性尺度・一次的催眠被暗示性との相関]

被暗示性尺度における各因子, 「想像・没入」, 「感覚異常・興奮」と主観的輪郭線の内・外側におけるスポット知覚の間には相関は認められなかった。一次的催眠被暗示性では, 「知覚系項目」

と主観的輪郭線の内・外側におけるスポット知覚, 「観念運動系項目」と主観的輪郭線の外側におけるスポット知覚の間にも相関は認められなかったが, 「観念運動系項目」と主観的輪郭線の内側におけるスポット知覚の間に負の相関が認められた (Table 9)。

Table 9 明るさ知覚と被暗示性尺度・一次的催眠暗示性の相関

	内	外
想像・没入	-0.16 n. s.	-0.14 n. s.
感覚異常・興奮	-0.05 n. s.	0.02 n. s.
観念運動	-0.46 *	-0.32 n. s.
知覚	-0.19 n. s.	0.07 n. s.

\* : p < .05

[分散分析結果]

被暗示性尺度の「想像・没入」因子, 「感覚異常・興奮」因子, 一次的催眠被暗示性の「観念運動系項目」, 「知覚系項目」それぞれにおいて,

1/2標準偏差 (1/2SD) でH群, M群, L群に分類し, 主観的明るさ知覚実験の内・外それぞれの得点に分散分析を行った。その結果, 全てにおいて有意な関係が認められなかった (Table 10, 11, 12, 13)。

Table 10 想像・没入

	H群	M群	L群	F 値	多重比較
内	43.83 (25.17)	38.63 (26.31)	49.00 (22.70)	0.35 n. s.	
外	34.50 (21.04)	27.88 (27.98)	36.63 (17.01)	0.32 n. s.	

Table 11 感覚異常・興奮

	H群	M群	L群	F値	多重比較
内	31.75 (21.13)	49.67 (25.15)	40.17 (23.15)	0.93 n. s.	
外	18.75 (10.50)	42.50 (21.64)	23.00 (20.34)	3.14 n. s.	

Table 12 観念運動系項目

	H群	M群	L群	F値	多重比較
内	31.00 (18.92)	43.30 (26.89)	57.50 (18.12)	2.02 n. s.	
外	27.00 (14.78)	31.60 (25.92)	40.83 (21.48)	0.61 n. s.	

Table 13 知覚系項目

	H群	M群	L群	F値	多重比較
内	35.86 (26.77)	48.86 (16.11)	46.38 (28.08)	0.56 n. s.	
外	35.86 (25.69)	31.00 (18.21)	31.88 (23.91)	0.09 n. s.	

#### IV 考察と結論

主観的明るさ知覚実験で、内・外側における知覚の差は16msec以上において有意な差が認められた。主観的輪郭線で囲まれた内側は外側よりも見かけ上明るく知覚されるため、背景と同じ輝度のスポットが呈示された際、内側と外側とで知覚の差が出現する。しかし、先行研究によると主観的な四角形は局所的に知覚される明るさが異なり、頂点部分が有意に明るく知覚され、その他の部分が有意に暗く知覚されるという報告もある(吉本, 2003)。それ故スポットの呈示場所を変えることにより、内・外側での知覚の差が異なる場合もあると考えられる。13msecで内・外側に差が出現しない理由は、何れも短時間提示で検出率が低す

ぎるためであろう。主観的輪郭線を知覚するときは、視覚V1・V2野が線分の存在を予測する。

主観的明るさ知覚実験の内側においてスポットの見えと一次的催眠被暗示性の観念運動系項目との間に負の相関がある。人は催眠状態にあるとき通常とは異なる意識状態になり、観念運動系項目の催眠被暗示性が高い被験者は、それが他の過程(例えば、主観的輪郭の知覚過程)の妨げになる傾向があると推測される。本実験では、単調反復刺激を与えているため覚醒の低下に誘導されやすく、主観的輪郭線の知覚の際にV1・V2野の活動が低下する可能性もあるが、他の項目では相関は認められない。これは、観念運動項目が視覚系だけではなく運動機能に関係するため、注意が視覚以外の外界にそれる傾向があるからではないか



と推測される。従来から女性のほうが男性よりも被暗示性が高いという報告が多いが、主観的明るさ知覚に関しては、全ての条件において性差はなく本研究では女性の一次的催眠被暗示性も高くなかったことは注目される。

本研究において検証すべき事柄は、「被暗示性あるいは一次的催眠被暗示性が高い被験者ほど主観的輪郭で囲まれた内側は明るく知覚される (illusory brightness) か否か」であった。今回の

実験の結果から、被暗示性あるいは一次的催眠被暗示性の亢進は錯視量に影響せず、それぞれは異なったシステムとして成立していることがわかった。なお、主観的明るさ知覚実験の内側知覚と一次的催眠被暗示性の観念運動項目の間に負の相関が認められる理由は、観念運動系の活動に伴い注意が現実の知覚から移動しやすいためであると考えられる。

#### Appendix 1 被暗示性尺度

1. 夜中に電話に出たり、メモを書いたりしていながら、次の朝全く思い出せないことがある。
2. 天井や壁が動いたり、大きさが変わって見えたことがある。
3. 自然や芸術にすっかり心を奪われてしまったことがある。
4. 仕事に何か他のことに気を取られ、ふと我に返った時、知らない間にその仕事が進んでいたというような経験がある。
5. 空想上の友達を作ったことがある。
6. 冒険をしていつもと違った経験をするのが好きだ。
7. 何かに熱中して周りが見えなくなることがある。
8. バカ騒ぎなどに参加して (アルコールが入ってない状態で)、普通ならやるはずもないことをしてしまったことがある。
9. 自分の体の一部が自分のものではないような気がしたことがある。
10. 音楽やダンスでうっとりして、我を忘れてしまったことがある。
11. あなたを怒らせるような人は殴っても当然だと思う。
12. 自分の体の一部が、自分の意志とは関係なく動いているような感じがしたことがある。
13. 今にして思えば、おかしな・不思議なことだと思うような経験をしたことがある。
14. 小説を読んだり芝居を見たりしているうちに、我を忘れその中に浸りこみ、まるでその中の人物になったような感じになったことがある。
15. 問題の答えやすばらしいアイデアが鮮やかに浮かんできたとき、それは靈感のようなものだと感じることもある。
16. 遊園地でジェットコースターなどのスリルのあるもので遊ぶのが好きだ。
17. ある人を激しく愛して、そのために自分が薄れていくように感じたり相手と一心同体になってしまったような感じがしたことがある。
18. 過去のことを思い出しているうちに、そのことがそっくりそのまま生き生きと蘇ってきたような経験がある。
19. 劇をやっている、自分も観客も忘れてすっかり劇中の人物になってしまったようなことがある。
20. 人の言うことをあまり疑わず、信じやすいほうである。

## Appendix 2 標準催眠尺度(成人用)記録用紙

暗示	主観得点				覚醒後	
	まったく	ほとんど	すこし	かなり	意図	暗示
1. 腕下降	0	1	2	3	0	1
2. 腕浮遊	0	1	2	3	0	1
3. 腕移動 (合掌)	0	1	2	3	0	1
4. 指固め	0	1	2	3	0	1
5. 閉眼	0	1	2	3	0	1
6. 額涼感	0	1	2	3	0	1
7. 後倒	0	1	2	3	0	1
8. 幻色	0	1	2	3	0	1
9. 幻視	0	1	2	3	0	1
10. 幻聴	0	1	2	3	0	1
					主観得点	_____
					覚醒後	_____
					合計	_____

## Appendix 3 主観的明るさ知覚実験記録用紙

	内	外
18 msec		
20 msec		
22 msec		
24 msec		
26 msec		
28 msec		
合計		

**References**

- Brussell, E. M., Stober, S. R. and Bodinger, D. M. 1977  
Sensory information and subjective contour. *American Journal of Psychology*, 90, 145-156.
- Coren, S. 1991 Retinal mechanisms in the perception of subjective contours : The contribution of lateral inhibition. *Perception*, 20, 181-191.
- Gregory, R. L. 1972 Cognitive contours, *Nature*, 238, 51-58.
- Grosz, D. H., Shapley, R. M. and Hawken, M. J. 1993  
Macaque V1 neurons can signal illusory contours. *Nature*, 365, 550-552.
- Grossberg, S. 1997 Cortical dynamics of three-dimensional figure-ground perception of two-dimensional pictures. *Psychological Review*, 104, 618-658.
- Kanizsa, G. 1976 Subjective Contours. *Scientific American*, 235, 48-52.
- Sugawara, M. and Morotomi, T. 1991 Visual evoked potentials elicited by subjective contour figures. *Scandinavian Journal of Psychology*, 32, 352-357.
- Tomita, H., Ohbayashi, M., Nakahara, K., Hasegawa, I. and Miyashita, Y. 1999 Top-down signal from prefrontal cortex in executive control of memory retrieval. *Nature*, 401, 699-703.
- 塚田章・長徳典宏・川原田淳・佐々木和男 1999明るさ知覚モデルによるカニツツア図形のシミレーション結果に対する心理物理学的検証 電子情報通信学会論文, 82, 1217-1222.
- Weitzenhoffer, A. M. 1957 *General Techniques of Hypnotism*. Grune and Stratton, New York.
- 吉本美穂 2003 低コントラストで錯視的輪郭は減弱するが明るさ錯視は増強する。心理学研究, 74, 313-319.