

論文

透明視と奥行き層

A Phenomenal Observation on Transparency and Layer of Depth

河合 幸子

Kawai, Sachiko

大阪成蹊大学

Osaka Seikei University

Abstract

Brightness differences between an overlapping area of two figures and a surrounding area as a background effected to bring apparent transparency at the area.

Regarding this phenomenon of a sense of transparency, there were two kinds of a sense being related to either depth or interposition. In this paper we analyzed conditions of a figure-background brightness relation in terms of contrast and assimilation evoked these two senses of transparency at the area.

A sense of transparency of the area located apparently in a space of three dimensions produced a sense of depth by a brightness contrast effect between the crossing area of two figures and its surrounding background. On the other hand a sense of transparency of the crossing area of two figures as seen in a space of two dimensions produced a sense of interposition when assimilation occurred between the area and its surrounding background.

Keywords : layer of depth, contrast, instruction

要 旨

二図形の重なり部分と背景となる周辺野の明るさの違いが重なり部分の透明性の見えに影響した。透明視現象には、奥行き感あるいは重なり感の二種類が見られた。本研究では、図地の明るさ関係条件が、透明面に奥行き感や重なり感をもたらす明るさの対比と同化から分析された。3次元空間の中にあると見える部分の透明感には、二つの図形の重なり部分とその背景の間に見られる明るさ対比効果により奥行き感が生じた。一方、二次元空間の中にあると見なしたとき透明感には、図形の重なり部分とその背景との明るさ同化効果により重なり感が生じた。

キーワード：奥行き層、対比、教示

1. 緒言

透明視現象を説明する初めの刺激図形 (Fuchs, 1923) は、黒、白、灰の領域からなっていた。透明視が起こるとき、灰色部分は白と黒の二つの層に分離して、それぞれ白の十字形および黒の帯と連続して、いずれか一方が透明となって上方に、他方はそれを透かして下方に見える。透明視が成立するための基本条件としてFuchs (1923) は、共通部分がそれぞれのために必要なことを指摘した。もし、灰色の領域が二つの層に分かれずに、それぞれが残りの部分と連続しないとすると、不規則な形ばかりが存在することになる。灰色領域が二層に分かれて、白、黒の領域に所属すれば輪郭はよい連続をなす⁽¹⁾。そして、いかなる場合に透明視あるいは2色の同時的前後視という2色の混色がおこるかを分析した⁽²⁾。Fuchsの指摘はより具体的に形態要因について、Metzger (1936)、盛永 (1952)⁽³⁾、Kanizsa (1955) らによって研究された。盛永は実験的観察を行い、中間の灰色が黒に近いときは黒は上方を通して透明となり、白に近いときは白が透明となって上方を通るという結果を得た⁽³⁾。この現象についてMetzger (1936) は、類同の法則によって一体化されようとする領域は同時にその性質を一樣化しようとする傾向があり、それが灰色を白と黒との二つの層に分離するのであるとして説明していた⁽⁴⁾。Kanizsaは、透明視は二つの表面を同時に、一方を他方の後方に知覚することであるから、層を形成することなしに透明視はありえないと述べた⁽⁵⁾。上下二層に透明な上方の一方と他方下方の不透明という見え方は、二つの間には何らかの層、宙に浮いた重なりなどの曖昧な奥行き感が感じられる。

透明視現象における図形の形態と重なり認識については、それらの空間認識に関連して、主観的輪郭に関わる上層と深さの研究 (Coren, 1972)⁽⁶⁾ がある。また、透明視の二つの図形から生じる奥行き効果についてGodaら (1997)⁽⁷⁾ は、色の明るさ対比と色相の反対色応答によると考えている。透明視が生じる図形面と交差する他方の図形との奥行き感ならびに図形間の明るさ関係について、特に背景の影響が大きく背景と図形間の交差部分が明るさ対比関係にある時、奥行き認識が生ずるとした研究 (河合, 1997, 1999)⁽⁸⁾⁽⁹⁾ もある。

2. 目的

本研究は、透明視現象に見られる奥行き感と重なり感との差異を実験検証するため、刺激図形の明るさ、形態の透視図的配置、および観察の構えの三要因から分析し、考察することを目的として行なわれた。

3. 方法

3.1 刺激図形の面積と輝度値

図2と図3に示す刺激図形 (4頁) は、透視画的遠近表現が有るものと無いものの二種類とそれらの背景を示した。図2は大きい長方形 (B+C) の衝立てと台形 (A+C)、図3は長方形の大 (B+C)、小 (A+C) の組み合わせ。Cは二つの図形の重なり部分。図2と図3の刺激図形の各構成部分の大きさと輝度値を表1に示す。

表1 刺激図形の大きさと輝度値

図形構成部分	図1の縦 x 横	図2の縦 x 横	輝度値 cd/m ²
A	0.3' x 0.5' x 4.0' & 3.1'	0.8' x 3.1'	84.2 cd/m ²
B	4.5' x 6.9'	4.5' x 6.9'	23.0 cd/m ²
C	0.6' x 3.1' & 2.3'	0.6' x 3.1'	5.8~84.2 cd/m ²
L, D	10.0' x 13.3'	10.0' x 13.3'	123.4, 5.8 cd/m ²

刺激図形における背景の明るさを、明, L, (123.4cd/m²)、及び、暗, D, (5.8cd/m²)、の2条件とした。図2、図3の刺激図形のA (84.2cd/m²)、B (23.0cd/m²) および背景L,Dの輝度値を一定にした。Cの輝度値は5.8~84.2cd/m² (C=B, C=A, C=Dの輝度値も含む) の間で7段階 (5.8, 11.8, 18.1, 23.0, 44.3, 57.1, 84.2 cd/m²) に変え、独立変数とした。

実験刺激の明るさ領域の設定は、物体色を対象とするマンセル明度区分についての心理実験から求められた結果 (寺主, 1983)⁽¹⁰⁾ を参考にした。また、表2に示す区分域、L*a*b*のL*値については、測色したモニター光源の輝度値におおよそ合わせて区切った。

刺激図形のB部分は表2の暗い濃色域、A部分は明るい淡色域から設定した。C部分は明るい淡色から暗い極濃色の黒へと変化させた。

3.2 実験装置

実験画面は、幅X高さ=25.6×19.3cm。被験者から110cm離れ、視角：幅10度、高さ13度に設定し、暗室箱で囲んだ (図1)。

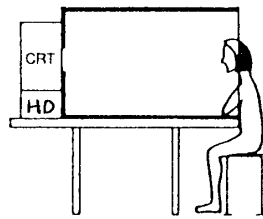


図1 実験装置（横断面図）

コンピューターハードディスクは PowerMac7100、アップル社、CRT ディスプレーは Flex Scan 56TS、ナナオ社を使用。暗室箱の幅と高さは75cm、奥行き138cm、ベルベット貼り。

表2 CRTのRGB値と明るさ区分

L* は Photoshop カラーパレット内のLab値、Y (cd/cm²) は実測の輝度値、明るさ域はマンセル Value に関しての明るさ区分域を参考にしている。

Photoshopカラーパレット内の値				
R	G	B	L*	Y(cd/m ²) 明るさ領域
255	255	255	100	124.50.
250	250	250	99	124.30.
240	240	240	96	124.20.
230	230	230	93	123.75.
220	220	220	91	123.25.
210	210	210	88	124.00.
200	200	200	85	123.25.
190	190	190	82	123.00.
180	180	180	80	122.65.
170	170	170	76	121.45.
160	160	160	73	113.15.
150	150	150	70	105.70.
140	140	140	67	97.02.
130	130	130	64	90.74.
120	120	120	60	82.60.
110	110	110	56	74.72.
100	100	100	53	68.62.
90	90	90	49	61.19.
80	80	80	45	54.44.
70	70	70	40	48.46.
60	60	60	36	41.52.
50	50	50	31	35.41.
40	40	40	25	28.74.
30	30	30	19	22.33.
20	20	20	12	17.02.
10	10	10	4	11.16.
0	0	0	0	5.83.

4. 実験

4.1 実験手続き

刺激図形については、二つの図形A,Bの一部が重なるC部分の輝度値を独立変数として7段階に変え、それによって判断するB部分の透明感の反応比率を従属変数とした。C部分に7段階の各輝度値をもつ実験刺激図形はランダムに各10回繰り返し提示され(7段階×10回)、教示条件ごとに合計70回試行された。教示は、刺激図形2種類(図2、図3)に対し、観察2種類(3次元の立体的な組み合わせと見る、2次元の平面的な組み合わせと見る)を組み合わせた4実験となり、さら

に各実験は白背景、黒背景について実施した。

実験は、図形A,Bの一部が重なるC部分の輝度値を変えたとき、図形Bが透明に見えるか否かを問うた。被験者は両眼自由視で刺激図形を観察し、『透明に見える』『透明に見えない』のいずれかに対応するボタンを押す。また、特に、3次元的な捉え方について、被験者の理解のため図2の刺激図形の立体モデルと図3の刺激図形のモデルを実際に見せた。それぞれの実験前に、予備実験として教示条件に従って、透明視が成立する刺激図形の透明なようすを被験者から口頭で答えてもらい、透明視の理解と安定した答えが確認されてから、本実験に入った。実験中にも、被験者が教示を正しく捉えているかときどき問いかけて確認した。

4.2 被験者

実験刺激の各教示毎に被験者5名、4条件で被験者数合計20名が実験に関わった。被験者は年令19～20才、視力正常、服飾デザインを学ぶ一般学生。

4.3 教示

刺激図形2種類(図2、図3)に対して、同じ刺激図形を3次元的な捉え方、また、2次元的な捉え方の2種類の見方を被験者に求めた。従って、刺激図形2種類に観察の仕方2種類の合計4教示条件となる。図形と教示内容の組み合わせを下記に示す。

図2に対する教示条件、3次元、2次元的な捉え方。「これは、透明感を問う実験です。」

3次元的な捉え方：画面には「横に長い衝立て」が「奥行きに長い台」の上にのせて提示されています。これから画面に提示される図形について、「奥行きに長い台」の上にのせてある「衝立て」との関係において、その重なって見えている部分を主に見て、「衝立てが透明に見えるかどうか」、肯定の答えはキーボード(1)、否定の答えは(0)を押して下さい。

衝立てが、透明に見える。 キーボード(1)

// 透明に見えない。 キーボード(0)

2次元的な捉え方：画面には「長方形」と「台形」の二つの図形が見えるでしょう。そして、その一部は重なって提示されます。「長方形が透明に見えるかどうか」キーボードを押して答えて下さい。

長方形が、透明に見える。 キーボード(1)

// 透明に見えない。キーボード (0)

図3に対する教示条件、3次元的、2次元的な捉え方。
「これは、透明感を問う実験です。」

3次元的な捉え方：画面には、長方形が二つ提示さ

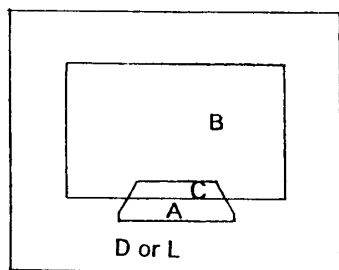


図2 3次元刺激図形：衝立て台形

刺激図形は「横に長い衝立て：B+C」と「遠近法作図の奥に長い台：A+C」の組み合わせ。Aは台の手前部分、Bは衝立て部分、Lは白背景、Dは黒背景、実験ではAとBの明るさを一定に保ち、Cの明るさを変えることで、Bの見え方の変化を「透明に見えるか否か」の二件法で反応を求める。

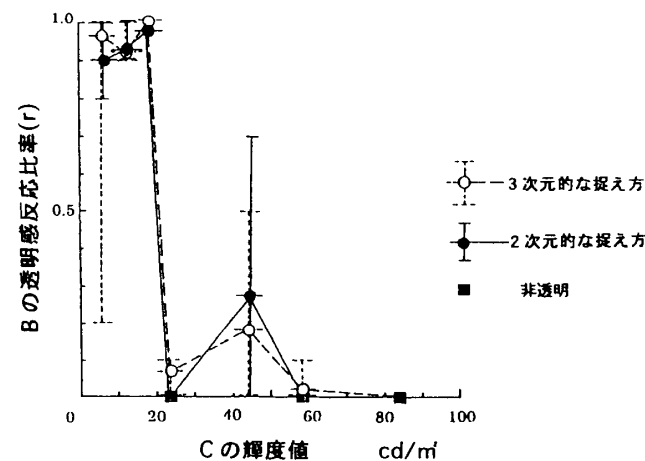


図4-(1) Bの透明感反応比率(r)とCの輝度値の関係、白背景

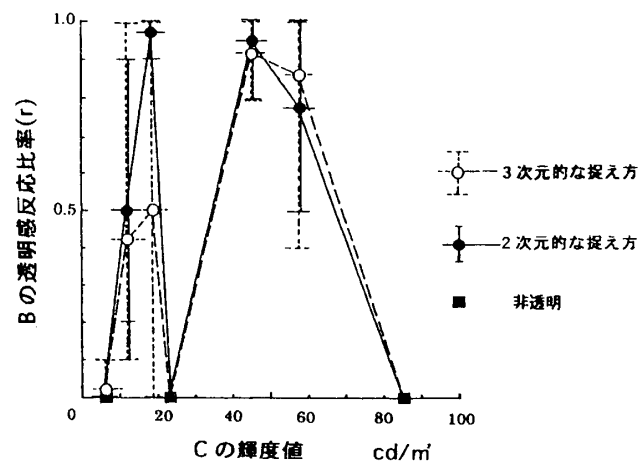


図4-(3) Bの透明感反応比率(r)とCの輝度値の関係、黒背景

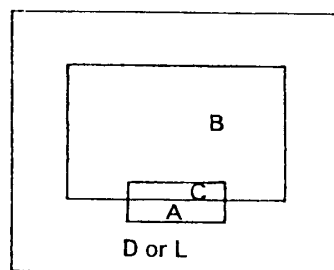


図3 2次元刺激図形：長方形

刺激図形は二つの長方形「横に長い衝立て：B+C」と「小さい長方形の台：A+C」の組み合わせ。Aは台の手前部分、Bは衝立て部分、Dは白または黒背景、実験ではAとBの明るさを一定に保ち、Cの明るさを変えることで、Bの見え方の変化を「透明に見えるか否か」の二件法で反応を求める。

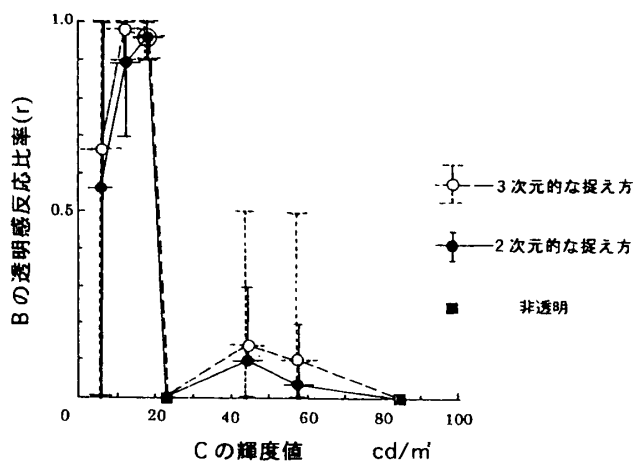


図4-(2) 二つの長方形におけるBの透明感反応比率(r)とCの輝度値の関係、白背景

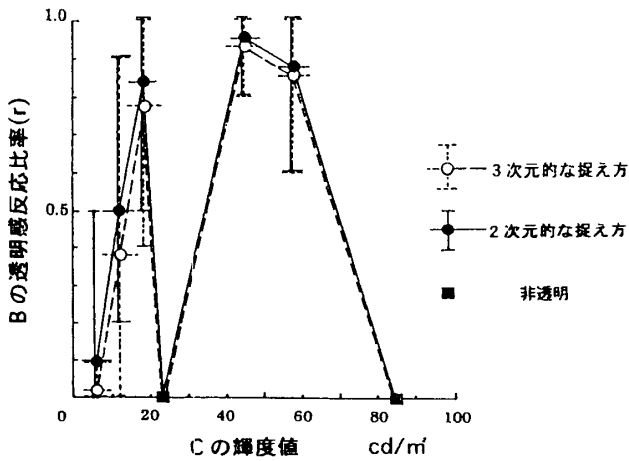


図4-(4) 二つの長方形におけるBの透明感反応比率(r)とCの輝度値の関係、黒背景

表3 Bの透明感反応比率 r の平均値 (M) と標準偏差 (SD)

背景 (cd/m ²)	Cの輝度値 (cd/m ²)	3次元刺激図形： 衝立てと台形 (図2)				2次元刺激図形： 長方形 (図3)			
		3次元的な捉え方		2次元的な捉え方		3次元的な捉え方		2次元的な捉え方	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
白背景 L=123.4	C 5.8	0.96	0.1959	0.9	0.3	0.66	0.4737	0.56	0.4963
	C 11.8	0.92	0.2712	0.93	0.2633	0.98	0.14	0.88	0.3249
	C 18.1	1	0	0.98	0.1561	0.96	0.1959	0.96	0.1959
	C 23.0	0.06	0.2374	0	0	0	0	0	0
	C 44.3	0.18	0.3841	0.28	0.4465	0.14	0.3469	0.1	0.3
	C 57.1	0.02	0.14	0	0	0.1	0.3	0.04	0.1959
	C 84.2	0	0	0	0	0	0	0	0
黒背景 D=5.8	C 5.8	0.02	0.14	0	0	0.02	0.14	0.1	0.303
	C 11.8	0.42	0.4935	0.5	0.5	0.38	0.4853	0.5	0.5
	C 18.1	0.5	0.5	0.98	0.1561	0.78	0.4142	0.84	0.3666
	C 23.0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C 44.3	0.92	0.2712	0.95	0.2179	0.94	0.2374	0.96	0.1959
	C 57.1	0.86	0.3469	0.78	0.4175	0.86	0.3469	0.88	0.3249
	C 84.2	0	0	0	0	0	0	0	0

きい長方形が透明に見えるかどうか」キーボードを押して答えて下さい。

大きい長方形が、透明に見える。 キーボード(1)

// 透明に見えない。 キーボード(0)

2次元的な捉え方：画面には、長方形が二つ提示され、その一部は重なっています。これから画面に提示される図形において、重なっている部分を主に見て、「大きい長方形が透明に見えるかどうか」キーボードを押して答えて下さい。

大きい長方形が、透明に見える。 キーボード(1)

// 透明に見えない。 キーボード(0)

5. 結果

刺激図形の一部に透視画的遠近表現の有無 (図2、図3) の図形条件と、白、及び、黒の背景条件を組み合わせた実験結果を図4と表3に示す。図4には、各々の刺激図形の教示条件に示す捉え方 (3次元、2次元) を媒介変数として、二つの図形A,Bの一部が重なるC部分の輝度値7段階をX軸にとり、重なり部分Cの輝度値変化による図形Bの透明感反応比率 r をY軸に示した。表3はこれらのデータを示す。実験結果から図形B (23.0cd/m²) が透明に見える反応比率 r の最も高い時、Bと他のA (84.2cd/m²)、C (5.8~84.2cd/m²)、また、背景L (123.4cd/m²)、D (5.8cd/m²) との明るさ大小関係は以下ようになった。

図4-(1)：遠近表現のある3次元刺激図形 (図2) と白背景Lで、3次元的な捉え方を求める教示条件による明るさの大小関係は、 $L > A > B > C$ である。表3の白背景、3次元刺激図形における3次元的な捉え方に示す、Bの透明感反応比率 r が最も高かった ($r=1.0$) とき、Cの輝度値 (18.1cd/m²) は白背景L (123.4cd/m²) やA (84.2cd/m²) より低く、透明面B (23.0cd/m²) により近くて暗い。そして、Bの透明感反応比率 r が次に高かった ($r=0.96$) とき、Cの輝度値 (5.8cd/m²) が最も低く暗い。従って、白背景で3次元的な捉え方をしてBの透明感を得るために、重なり部分CはBより少し暗い方が最も暗いよりBの透明感反応比率 r が高かった ($p < .04$)。さらに、2次元的な捉え方を求める教示条件による明るさの大小関係でも、 $L > A > B > C$ である。Bの透明感反応比率 r が最も高かった ($r=0.98$) とき、Cの輝度値 (18.1cd/m²) は白背景LやA,Bより低く暗い。しかし、表3に示すCの輝度値がBより低い3つの値における r 値間には有意差はなかった。従って、白背景の中で2次元的な捉え方をして、Bの透明感を得るためにCは透明面Bより単に暗いことが求められた。また、Bの透明感反応比率 r が最も高かったとき、教示条件の3次元と2次元的な捉え方の r 値間に有意差はなかった。

図4-(2)：遠近表現のない2次元刺激図形 (図3)

と白背景Lで、3次元的な捉え方を求める教示条件による明るさの大小関係は、 $L > A > B > C$ である。表3に示すBの透明感反応比率 r が最も高かった($r=0.98$)とき、Cの輝度値(11.8cd/m^2)は白背景LやAより低く、透明面B(23.0cd/m^2)より低くて暗い。表3に示すCの輝度値がBに近くて低い値(11.8cd/m^2 , 18.1cd/m^2)ではBの r 値間には有意差はなかったが、Cが最も低い輝度値におけるBの r 値(0.98 と 0.66)との間には有意差があった($p < .01$)。したがって、白背景で、遠近表現のない刺激図形における3次元的な捉え方をしてBの透明感を得るために、CはBに近い暗さの方がBの透明感反応比率 r が高かった。また、表3に示す2次元的な捉え方を求める教示条件による明るさの大小関係でも、 $L > A > B > C$ である。3次元的な捉え方と同様に、CはBの透明面に近い暗さの方がBの透明感反応比率 r が高かった。図4-(2)に示す3次元的と2次元的な捉え方におけるBの透明感反応比率 r のグラフはよく似ている。そして、2次元的と3次元的の捉え方二つの r 値間に有意差はなかった。

図4-(3)：遠近表現のある3次元刺激図形(図2)と黒背景Dで、3次元的な捉え方を求める教示条件における明るさの大小関係は、 $A > C > B > D$ である。表3の黒背景、3次元刺激図形における3次元的な捉え方に示す、B(23.0cd/m^2)の透明感反応比率 r が最も高かった($r=0.92$)とき、Cの輝度値(44.3cd/m^2)はA(84.2cd/m^2)、Bの中間。Cは黒背景D(5.8cd/m^2)や透明面Bよりも輝度値が高く明るく、また、Aより輝度値が低く暗い。次に、2次元的な捉え方を求める教示条件における明るさの大小関係は、図形間の輝度値関係が2条件あった。

i) $A > B > C > D$ 。Bの透明感反応比率 r が最も高かった($r=0.98$)とき、C(18.1cd/m^2)はAより低く、透明面Bに近く低い。黒背景Dより輝度値が高く明るい。
 ii) $A > C > B > D$ 。Bの透明感反応比率 r が次ぎに高かった($r=0.95$)とき、C(44.3cd/m^2)はA、Bの中間の輝度値で、透明面Bより明るい。そして、iとiiの透明感反応比率 r では有意差($P < .01$)があった。従って、黒背景の中で遠近表現のある3次元刺激図形における2次元的な捉え方では、CはBより暗い方が明るいよりもBの透明感反応比率 r が高かった。

図4-(4)：遠近表現のない2次元刺激図形と黒背景Dで3次元的な捉え方を求める教示条件における明るさの大小関係は、図形間の輝度値関係が2条件あった。

iii) $A > C > B > D$ 。Bの透明感反応比率 r が最も高かった($r=0.94$)とき、C(44.3cd/m^2)はA、Bの中間の輝度値。Cの輝度値は黒背景Dや透明面Bよりも高く明るく、また、Aより輝度値が低く暗い。

iv) $A > B > C > D$ 。Bの透明感反応比率 r がやや高かった($r=0.78$)とき、C(18.1cd/m^2)はA、Bより輝度値が低く、黒背景Dより輝度値が高く明るい。そして、iiiとivでは有意差($P < .03$)があった。従って、表3の黒背景D、2次元刺激図形における3次元的な捉え方では、Cは透明面Bより明るい方が暗いよりもBの透明感反応比率 r が高かった。そして、表3に示す2次元的な捉え方を求める教示条件における明るさの大小関係でも、図形間の輝度値関係が3次元的と同様に2条件あった。

v) $A > C > B > D$ 。Bの透明感反応比率 r が高かった($r=0.96$)とき、C(44.3cd/m^2)はA、B中間の輝度値。透明面Bや黒背景Dより輝度値が高く明るい。

vi) $A > B > C > D$ 。Bの透明感反応比率 r がやや高かった($r=0.84$)とき、C(18.1cd/m^2)はA、Bより輝度値が低く、黒背景Dより輝度値が高く明るい。そしてvとviにおける2つの r 値では有意差($P < .05$)があった。したがって、2次元的な捉え方をするとき、3次元的な捉え方と同様に、CはBの透明面より明るい方が暗いBの透明感反応比率 r が高い。また、これらの遠近表現のない刺激図形(図3)では、Bの透明感反応比率 r が高いとき、教示条件の3次元的と2次元的な捉え方の r 値間に有意差がなかった。

白背景で図形Bに最も高い透明感反応比率を得るとき、図形条件の遠近表現の有無、また、教示条件の3次元的あるいは2次元的な捉え方に関わらず、重なり部分Cの明るさは、白背景と反対のBに近い暗さが得られたが、3次元と2次元の捉え方に有意差は無かった。

黒背景で図2の遠近表現の有る刺激図形において、3次元的な捉え方では、重なり部分Cは黒背景と反対に明るいとき図形Bに高い透明感反応比率 r を得たが、2次元的な捉え方では、Cは暗い方が明るいよりもBの透明感反応比率が高かった。また、図3の遠近表現の無い場合、Bの透明感反応比率はCが明るい方が高かったが、3次元と2次元の捉え方に有意差は無かった。

6. 考察

6.1 透明面の重なり部分と背景の明るさの影響

図4と表3に示す、Bの透明感反応比率 r の変化は、Bの輝度値 23.0cd/m^2 に対して、Cの輝度値が $C=B$ と

なり重なり部分が無くなるとき $r=0$ を示す。 $C=B$ の輝度値から高い、或いは低い輝度値と r との変動関係について、背景の白、黒、また、刺激図形の遠近表現有無別に差異が見られる。そして、特に背景毎に B の透明感反応比率 r の変化が似ている。これらのことから、背景の明るさの影響があることが伺える。白背景の図4-(1)と図4-(2)、黒背景の図4-(3)と図4-(4)に背景を分けて、 B の透明感反応比率について刺激図形の重なり部分 C と A や背景 L, D の明るさ関係を考察する。

白背景の図4-(1)と図4-(2)に示すように、遠近表現の有る3次元刺激図形(図2)と遠近表現の無い2次元刺激図形(図3)では共に、 B の透明感反応比率 r が高いとき、図形 A, B 間の重なり部分 C の輝度値は透明面 B より低く、さらに、 B に近い暗さ、すなわち、明るい白背景と反対に暗さが求められた。そして、 C 部分の輝度値が B より高いとき透明視現象はほとんど成立していない(表3参照)。これは、 A, B 二つの図形のうち、図形 A (84.2cd/m^2)は図形 B (23.0cd/m^2)より輝度値が高く明るい。 A の明るさが白背景に近いため、重なり部分 C が明るくなると透明感が問われている B より A の方が透明に見え易くなる事による。白背景に影響されて図形二つの内、明るさの近い図形に透明視現象が起こりやすく(古崎、1969;Kozaki, 1974)⁽¹¹⁾⁽¹²⁾、また、重なり部分の明るさは重なる図形の明るさに近い方と同化⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾して透明視が知覚されるためである。そして、本実験条件の刺激図形を白背景で、3次元、あるいは、2次元のいずれに捉える場合でも、重なり部分 C には透明面 B より暗い明るさが求められた。これは図形間では同化と考えられそうだが、白背景からの同化効果は B より明るい A の方が受けている。そして、 A より暗い B は白背景の影響でより黒っぽく見え、対比効果が見られる。暗い透明面 B と重なり部分 C が対比の関係にあるなら、 C はより明るく白っぽく見えることが予測されるが、より顕著な現象は C の輝度値が高いと図形 A が透明感を得て図形 B より手前に見えることである。従って、白背景における透明視は重なり部分 C を透明面 B との明るさ関係で分析するより、背景との関係から分析することがより重要と考えられる。透明視を求める図形 B が図形 A の上になり、その重なり部分 C は白背景との対比で透明面 B より暗い明るさになったと考える。すなわち、白背景の中で C 部分には、中間の図形を跳び越して背景の明るさが影響する「跳びこし対

比」効果が働いたと考える。跳びこし対比(Shevell, 1992; 秋田, 1994)⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾は、重なり部分が直接隣接する透明面からよりも隣接していない周辺の背景からの影響を強く受ける対比のことである。

黒背景の図4-(3)と図4-(4)に示すように、遠近表現の有る3次元刺激図形(図2)と遠近表現の無い2次元刺激図形(図3)で、 B の透明感反応比率 r が高いとき、図形間の重なり部分 C の輝度値は、 B (23.0cd/m^2)より少し低い輝度値から高い輝度値($18.1\sim 57.1\text{cd/m}^2$)にまで及ぶ(表3参照)。黒背景の場合、 B に透明視が認められるとき、重なり部分 C に B の輝度値に近い暗さのみが得られれば同化といえるが、 C は B より高い輝度値の明るさを示す場合もあった。従って、本実験の黒背景における透明視も二つの図形と重なり部分の関係で考えるより、背景からの影響として考える方が良い。黒背景の影響でやや明るく見える図形 B に重なる C 部分について、透明面 B より輝度値が高かったときは、表3に示すように3次元、2次元刺激図形共に3次元の立体的な捉え方をし、また、2次元刺激図形は2次元として平面的な捉え方をしていた。これらの C は背景から跳び越し対比の影響を受けている。また、 C の輝度値が B より低いときは、3次元刺激図形を2次元の平面的な図形として捉えていた。この C は背景から対比ではなく、跳び越し同化の影響を受けていると考える。これらのことから、 C が背景と明るさの跳び越し対比関係にあるときは、刺激図形の遠近表現の有無に関わらず、主に3次元的な捉え方をしていることが分る。また、 C が背景と跳び越し同化の関係にあるとき、3次元刺激図形は2次元的に捉えられている。これらは、教示による捉え方の違いが図形間の明るさ関係に影響した結果と考えられる。

6.2 透明視と奥行層

奥行きを想定した3次元の立体的な捉え方について、遠近表現の有る3次元刺激図形(図2)では、図4-(1)の白背景に示す B の透明感反応比率 r が高いとき、重なり部分 C は背景の明るさと跳び越し対比の関係にあった。図4-(3)の黒背景でも、 C は背景の明るさと跳び越し対比の関係にあった。また、遠近表現の無い2次元刺激図形(図3)では、図4-(2)の白背景、図4-(4)の黒背景でも、3次元刺激図形と同様に背景の明るさと跳び越し対比の見られる結果が得られた。

したがって、奥行きを想定する3次元の立体的な捉

え方では、図形Bに透明視を求めるとき、図形条件の形態要因の透視画的遠近表現の有無に関らず、明るさ条件が優先され、図形間の重なり部分Cには背景の明るさと跳び越し対比の関係が重要となる。奥行き効果は、本来、遠近表現のある図形条件から生じるが、透明視を求める図形に遠近表現が無い場合、その2次元刺激図形の布置構成について、図形二つの間の空間を想定した奥行き層として位置付けられると、透明面の重なり部分に深みのある奥行き感を生む、背景と明るさの跳び越し対比が大きく影響すると考える。また、白背景では、特に、日常の影の存在を思わせて、陰影効果として奥行き感の意識を生じさせたという被験者の報告があった。

奥行き感のある透明視の見え方について、本実験条件の場合、多くの被験者の報告では、奥行き感のある透明面にはクリアな澄んだ透明感が得られていた。さらに、白背景における透明面の重なり部分Cに黒さ、また、黒背景においては、白さを濃くした透明感が得られた。透明面がクリアにして濃さがあるという見え方は、透明面の空間的な深みの印象が、濃さとして捉えられるためと考える。

次に、二つの面として上層と下層の重なりを想定した2次元の平面的な捉え方について、遠近表現の有る3次元刺激図形（図2）では、図4-(1)の白背景に示すBの透明感反応比率 r が高いとき、重なり部分Cには背景の明るさと跳び越し対比の関係が見られた。図4-(3)の黒背景では、Cは背景の明るさと跳び越し同化の関係にあった。また、遠近表現の無い2次元刺激図形（図3）における平面的な捉え方では、図4-(2)の白背景、図4-(4)の黒背景とも、跳び越し対比の結果が認められた。

したがって、透明面に重なり感を求めるとき、図形条件の透視画的遠近表現の有無が、透明面の重なり部分と背景の明るさとの関係において、同化あるいは対比の明るさ条件に影響する事が分る。特に、黒背景で、遠近表現が有る3次元刺激図形（図2）を2次元的な捉え方をしたときに感じる重なり感の成立には、図形に遠近条件があるという図形条件が、明るさの跳び越し対比より有効に働いていた。しかし、遠近表現の無い2次元刺激図形（図3）では、明るさの跳び越し対比が重なり感の成立に働いていた。すなわち、重なり感というのは、少なからず、奥行き感が前提にある奥行き層の一部であると考え。また、白背景では、刺激図形の遠近表現有無に関わら

ず、背景の明るさと跳び越し対比が認められた。3次元と2次元の捉え方の間には有意差が無く、二つの図形の重なり部分の暗さは、奥行き感の陰影効果と重なり感の暗さ或いは濃さと知覚されたが、この違いははっきりとは捉えられなかったと考える。

重なり感のある透明視の見え方について、被験者の報告では、奥行き感のあるクリアさとは異なる半透明のような、固い、あるいは、柔らかい、弱いというような質感をもつ透明感が得られていた。重なり感のある透明視は、2次元的な面的な重なりを想定するので、奥行き感があるときより、表面的質感をもった幾分クリアさのない濁り感のようなものが前提にあるのではないかと考える。奥行き感、あるいは、重なり感という奥行き層の透明視と見えについては、透明面の空間的位置付けの役割について実験的検証が今後必要と考える。

6.3 観察の構えと図形条件

本実験結果が示すように、刺激図形を2次元の重なりと見るか、あるいは、3次元の立体的な奥行きがあると見るかは、教示による観察の構えが影響する。特に、黒背景において刺激図形の透明面より下層になる図形に透視画的遠近表現が使われていたとき、観察の構えにより透明面の一部に重なる部分と背景の明るさ関係に交替が見られた。図形の布置構成を3次元の立体的な奥行きがあると見たときは、透明面の重なり部分と背景の明るさ間に跳び越し対比が見られ、2次元の重なりと見たときは、跳び越し同化が見られた。刺激図形に遠近表現が無い場合、透明感反応比率が高い時、図形に対する観察の2次元と3次元的な教示による透明視の違いに有意差がなく、透明面に重なる部分と背景との明るさ間には、跳び越し対比の影響が大であった。明るさ条件の対比効果は透明視における重なりよりは奥行き層の空間認識の影響が大きい。また、白背景において、図形条件に関わらず観察の2次元、3次元構えの間には有意差はないが、明るさ対比効果の影響が見られた。

7. 結論

1) 透明視現象が「奥行き感」を呼び起こしたとき、明るさの対比の要因が3次元空間における形態要因よりさらに強く働く。「重なり感」は、明るさ対比や透視画的遠近表現によってえられる。従って、重なり感と奥行き感の違いは奥行き感に伴う厚み感である

共通要因を明るさの対比条件に求めることが出来る。

2) 透明視現象において、明るさの要因や透視画的遠近表現の図形要因の他に、教示による観察の構えは重要な役目を果たす。3次元空間とみなすとき、二つの図形の重なり部分と背景との明るさ関係が特に重要である。背景との明るさ関係が同化か対比かは、観察の構えの違い、すなわち、2次元あるいは3次元のどちらの空間と認識するかによって決まる。

3) 透明視現象における奥行き感のある透明性は、重なり感を示す部分の透明性に比べより清澄感を示す。清澄感の違いが2次元と3次元の透明視における空間認識の手掛かりを与えると考える。

8.謝辞

京都工芸繊維大学名誉教授秋田宗平先生のご指導に感謝します。

参考文献

- (1) 感覚・知覚心理学ハンドブック、誠信書房、(1994)
- (2) 大山正、中原淳一：透明視に及ぼす明度、色相、面積の影響、心理学研究 31 (1960) 36-47.
- (3) 盛永四郎：類同の法則と視野体制、千輪浩先生還暦記念論文集 (1952) 9-15.
- (4) メッツガー 盛永四郎 (訳)：視覚の法則、岩波書店 (1968) 118-122.
- (5) カニツア 野口薫 (訳)：視覚の文法、1985 サイエンス社 (1985) 139-158.
- (6) Coren S. : Subjective Contour and Apparent Depth, Psychological Review 79 (4) (1972) 359-367.
- (7) Goda, Takahashi, Ejima : Luminance and colour cue in perceptual transparency, Perception, Vol.26 (1997) 131.
- (8) 河合幸子：透明視と奥行き感の現象的観察、日本色彩学会第28回大会発表論文集 (1997) 46.
- (9) 河合幸子：透明視と奥行き感、カラーフォーラム JAPAN '99論文集 (1999) 127-130.
- (10) 寺主一成：色材色彩工学、色染社 (1983) 117.
- (11) 古崎敬：透明視現象と背景明度、日本心理学会第33回大会発表論文集 (1969) 134.
- (12) Kozaki, T. : The role of background lightness in the apparent transparency. The 7th report of the Psychological Laboratory on the Hiyoshi Campus, Keio University (1974)
- (13) Morinaga, S., Noguchi, K., Ohishi, A. : Dominance of main direction in the apparent transparency. Japanese Psychological Research 4, (1962) 113-118.
- (14) 黒田浩司：透明視現象における図形方向と輝度の効果、The Japanese Journal of Psychonomic Science Vol.3 No.2 (1984) 109-115.
- (15) Shevelle, S.K., Holliday, L. & Whittle, P. : Two separate neural mechanisms of brightness induction, Vision Research 32 (1992) 2331-2340.
- (16) 秋田宗平 伊吹山太郎 (監)：色と形の知覚、現代の心理学、有斐閣 (1994) 20-21.

(受付日：2001年3月9日)

著者紹介



かわい さちこ
河合 幸子

1970年ノートルダム女子大学文学部卒。

大阪成蹊大学芸術学部助教授。

日本色彩学会、日本心理学会、日本基礎心理学会、繊維学会、意匠学会、各会員。