

# 図と地の成立におけるテクスチャの効果

—— 回転条件と静止条件との比較 ——

高 島 翠

## 目的

図と地の成立は、視知覚においてもっとも基礎的な現象とされ、Rubin が図地の現象的な特徴を報告してから、多数の研究が累積されてきた。図と地の成立に関わる研究としては、図として、あるいは地として成立しやすい領域の特徴の解明が挙げられる。例えば形態の要因として、凸状態 (Hoffman & Singh, 1997; Kanizsa & Gerbino, 1976; Kanizsa & Luccio, 1986, Luccio, 2003)、同じ幅の領域 (Morinaga, 1942、盛永, 1969)、対称領域 (Bahnsen, 1928)、位置の要因として、下部の領域 (Ehrenstein, 1930; Vecera, Vogel, & Woodman, 2002)、水平・垂直方向に広がる領域 (Oyama, 1960) などが図になりやすい領域の特徴として指摘されている。また、輝度については、高輝度の領域が図になりやすいが、それだけがクリティカルな要因ではなく、とくに周辺領域との輝度差が関わっていることが報告されている (Oyama, 1960)。さらに、より高次な知識等との関係から、意味のある領域が図になりやすいことが指摘されている (Peterson & Gibson, 1991, 1993, 1994)。このように、他の要因が一定であれば、輝度や色などを操作することで図地の成立を変化させることが可能である。

図と地の成立における特徴として、手前に見える領域が図、奥に見える領域が地というように、異なる奥行きが成立し、2つの面の重なり（層）を知覚することが挙げられる。たとえば Rubin の杯図形において、杯が知覚されているとき、杯の層とその背後に広がる地の層の2つの層が知覚される。増田 (1996) や増田・古崎 (1994) は、単純な図形に波線を加えた場合でも、波線は2つの領域を単純に分離させるのではなく、分けられた2つの領域に図と地の分離が成立し、異なる現象的な役割が生じることを指摘している。地となる領域が図となる背後まで広がる印象をもつことで、明確な層が成立する。このように図と地の成立では、奥行き関係を想定しないような単純な図形においても、2つ以上の層が成立し、図は地の層よりも手前に広がり、図の背後には地の層が一続きとなって知覚される。

盛永 (1969) は、この図と地の層化に着目し、地の連続的一体性という特徴を指摘した。いくつかの領域が類同性や良い連続性をもつとき、これらの特徴をもつ領域が1つの連続的な層として知覚されて一体性をなすことで、異なる特徴をもつ他の領域の背後をくぐって地として成立する。たとえば Rubin の杯図形において、顔領域を左右で異なる色で配色するときは杯ではなく顔が図として成立しやすくなる (Torii, 1963, Takashima, Fujii, & Shiina, 2012)。顔領域を左右で異なる色で配色すると2領域間の一体性の確保が難しいため、顔領域が1つの層となって地

として成立しにくくなり、杯領域が地として成立しやすい。一方で2つの顔領域を横縞模様で描いた場合、良い連続性を有することで、2つの顔領域が杯領域の背後をくぐって一体性を成すため、顔領域が1つの層となって地として成立する。同様に Koffka (1935) は、円を6分割して、隣り合わない3領域に無地、他の3領域に円弧状のテクスチャを配置すると、無地の領域の方が円弧状のテクスチャ領域よりも図になりやすいことを指摘している。無地の領域の背後で円弧の領域がアモータルに閉じた同心円を形作り、地として成立することによって安定した知覚が成立する。無地の領域の扇形がいくつか並んでいる層と、その背後に同心円でつながった層とに分離し、図の層と地の層の2つの層が知覚される。

このように、類同性や連続性のあるテクスチャを複数領域に描くことで、それらの領域の一体性を生み出すことができれば、それらの領域が他の領域の背後でつながって1つの層として成立し、それらの領域が地として成立しやすくなると考えられる。

図地の成立とテクスチャの関係については、輝度やサイズ、テクスチャ要素の向きが異なる2種類の領域を並べて提示すると、素早く図地の分離が生じることが報告されている (e.g., Julesz, 1962, Beck, 1966)。また、周辺視野と同じテクスチャの方位を与えることで、図の領域におけるテクスチャの方位の検出がより早く行われたり (Caputo, 1996)、テクスチャの密度によって異なる透明視が生じたりする (古崎・中野, 1990)。テクスチャが図地の分離や図地の成立に関わる現象に影響を与えていることは示されているが、どのようなテクスチャが図、あるいは地として成立しやすいのか、どのようなテクスチャが一体性を強める効果をもつのかは明らかではなく、テクスチャが図と地の成立に与える直接的な影響についても実験的な検討はなされていない。Torii (1963) や Takashima et al. (2012) のように、テクスチャによって有効な一体性を引き出すことができるならば、テクスチャ領域は無地の領域よりも地として成立しやすくなると考えられる。

ところで図と地の研究ではその多くが静止状態のパターンを用いている。運動情報との関係において、後退領域よりも前進領域の方が図になりやすいという報告もある (Barenholtz, & Tarr, 2009, Barenholtz, 2010)。その他に運動状態における図と地の成立について検討したものとして、Wittmann による実験がある (Metzger, 1953)。Wittmann は図と地の領域が交替するように扇形の面積や明度を操作した円盤を、円盤の配置が見えないように回転させることで、図として見える領域だけが動いて見え、地として成立する領域は静止しているように見えることを報告している。

以上のことから、運動状態とテクスチャの関係が図と地の成立に与える影響を考えると、2つの可能性がある。

第1の可能性は、テクスチャによる空間定位の容易さである。テクスチャがない領域よりもテクスチャがある領域のほうがその領域の空間の定位や運動情報の検出が容易になる。この場合、Wittmann の主張に従うならば、テクスチャ領域は無地の領域に比べると運動情報を知覚することが容易となり、テクスチャ領域が無地の領域よりも図として成立しやすくなると考えられる。

第2の可能性は、共通運命の要因が発揮する可能性である。複数にまたがるテクスチャ領域が同じ方向に運動することで共通運命がはたらいてひとつのまとまりとして知覚され、静止状態に

においても一体性が成立するが、運動することでより強固な一体性を生み出す。この場合、盛永が主張するように、一体性の強まるテクスチャ領域が無地の領域の背後でつながり、1つの層として知覚され、地として成立しやすくなると考えられる。

そこで本研究では、テクスチャによって図地の成立がどのように変化するのか、運動する条件と静止条件とで検討をすることとした。本実験では正円を6分割し、6領域のうち隣り合わない3領域を無地の中灰で一定とし、他の領域にさまざまなテクスチャで描いた。テクスチャは黒と白で描き、地として成立した場合に中灰の領域の背後でつながるようなテクスチャとした。このようなパターンを回転させて呈示した場合（回転条件）と静止して呈示した場合（静止条件）とで、図と地の成立を比較する。

静止条件では、盛永が指摘したように一体性を強く有するテクスチャ領域の方が地として成立しやすいと考えられる。一方回転条件において、運動して見えることでテクスチャ領域が図として成立するのか、一体性が強まり静止条件と同様に（あるいはそれ以上に）テクスチャ領域が地として知覚されるのかを検討し、テクスチャが図と地の成立に与える影響を明らかにする。

## 本実験

**観察者** 正常な視覚をもつ大学生、回転条件17名、静止条件9名が観察者であった。

**観察図形** 円を60度の扇形に6分割し、6領域のうち隣り合わない3つの領域を中灰で描いた。残りの3つの領域は、Pattern 1：黒塗り、Pattern 2：白塗り、Pattern 3：黒地に白のドット模様、Pattern 4：白地に黒のドット模様、Pattern 5：黒と白の放射模様、Pattern 6：黒と白の市松模様、Pattern 7：黒と白の縞模様、Pattern 8：黒と白の同心三角模様、Pattern 9：黒と白の同心円模様とした（Figure 1）。Pattern 3から9の観察図形では、白と黒の面積比が等しくなるように作成した。Pattern 6～9の4種の観察図形では、テクスチャ領域が地として成立した際には、アモーダル知覚のように、灰色領域の背後でテクスチャがつながって見えるようにした。また、灰色領域との境界が黒と白のテクスチャそのものの分断面と重ならないように配慮した。それぞれの輝度は、テクスチャ領域に用いた黒が約 $2.22\text{cd m}^{-2}$ 、白が約 $108.40\text{cd m}^{-2}$ 、中灰は約 $81.17\text{cd m}^{-2}$ であった。観察図形の周辺は観察図形との区別がはっきりつくように青色とし、輝度は約 $23.43\text{cd m}^{-2}$ であった。なお、観察図形の直径は約4cm、観察距離は50～60cmであった。また、観察図形の提示順序は観察者ごとに入れ替えてランダムとした。

**条件** 観察図形を15秒で1週する速度で回転させる回転条件と、観察図形を静止したまま提示する静止条件を設けた。静止条件では位置や方位の効果を相殺するために、提示方位を0度および60度回転させた図形条件を行い、両条件の平均を取ることにした。回転条件において、灰色領域とテクスチャ領域の関係は固定であり、各領域は同期して回転していた。

**手続き** ディスプレイに観察図形を20秒間提示し、観察者には灰色領域とそれ以外の領域のうちどちらの領域が手前に見えるか（図として成立するのか）判断するように求めた。中灰の領域が図として成立している間はFキーを、もう一方の領域が図として成立している間はJキーを押すことで測定した。どちらも図として成立しない間はキーを押さないように求めた。

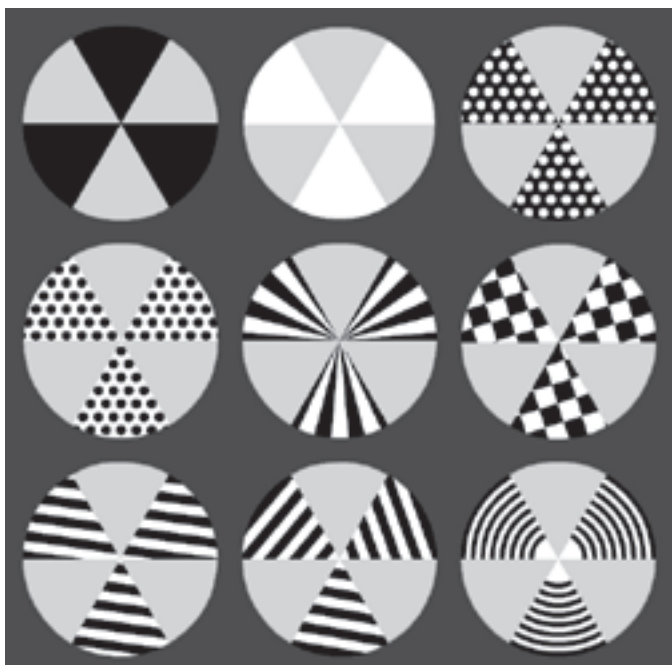


Figure 1 The test pattern in this experiment

Up-left: Pattern 1 (black), Up-Center: Pattern 2 (White), Up-Right:  
Pattern 3 (dot\_white)  
Middle-left: Pattern 4 (dot\_black), Middle-Center: Pattern 5  
(concentration), Middle-Right: Pattern 6 (checker board)  
Down-left: Pattern 7 (stripe), Down-center: Pattern 8 (triangle),  
Down-right: Pattern 9 (circle)

また、回転条件ではテクスチャの違いがどのように観察者に見えているのかを確認するために、すべての観察図形に対する実験を行ったのちに、再度すべての観察図形を提示し、どのように見えるのか、自由に現象の記述を行うように求めた。

## 結果

観察図形ごとに、中灰の領域が図として知覚されていた時間の割合（ $100 \times (\text{中灰領域が図として知覚された時間}) / (\text{中灰領域が図として知覚された時間} + \text{中灰ではない領域が図として知覚された時間})$ )を算出した。静止条件では、提示方位の効果を相殺するために用意した提示方位2条件（0度および60度）における、中灰の領域が図として知覚されていた時間の割合の平均を算出した。その結果を Table 1 および Figure 2 に示す。中灰の領域とそれ以外の領域のどちらが図として成立していたのかを確認するために、50% チャンスレベルとの対応のある  $t$  検定を行った。その結果、静止条件では Pattern 2 において灰色以外の領域が図になりやすい傾向があることが示された ( $t(8)=2.03, p<.10$ ) が、それ以外の図形では有意な差は得られなかった。回転条件では Pattern 2 ( $t(16)=3.70, p<.01$ )、Pattern 9 ( $t(16)=10.88, p<.001$ ) では灰色の領域が、

Table 1 The results of this experiment: rotating condition and static condition: The time ratio of which gray area was perceived as figure.

Pattern	static condition		rotating condition		rotating vs. static
	Time ratio (SD)	vs. 50%	Time ratio (SD)	vs. 50%	
<i>black</i>	53.08 (23.80)	<i>n.s.</i>	27.08 (29.68)	***	*
<i>white</i>	37.10 (17.95)	+	77.47 (29.73)	**	**
<i>dot_white</i>	48.58 (29.27)	<i>n.s.</i>	32.20 (24.40)	*	<i>n.s.</i>
<i>dot_black</i>	45.98 (28.89)	<i>n.s.</i>	43.81 (33.89)	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<i>concentration</i>	44.09 (36.80)	<i>n.s.</i>	22.01 (18.74)	***	+
<i>checker board</i>	49.94 (34.06)	<i>n.s.</i>	22.74 (26.11)	***	*
<i>stripe</i>	49.73 (37.50)	<i>n.s.</i>	38.00 (25.01)	+	<i>n.s.</i>
<i>triangle</i>	63.12 (27.81)	<i>n.s.</i>	38.46 (25.87)	+	*
<i>circle</i>	68.96 (31.94)	<i>n.s.</i>	94.15 (16.24)	***	*

\*\*\* $p < .001$ , \*\* $p < .01$ , \* $p < .05$ , + $p < .10$

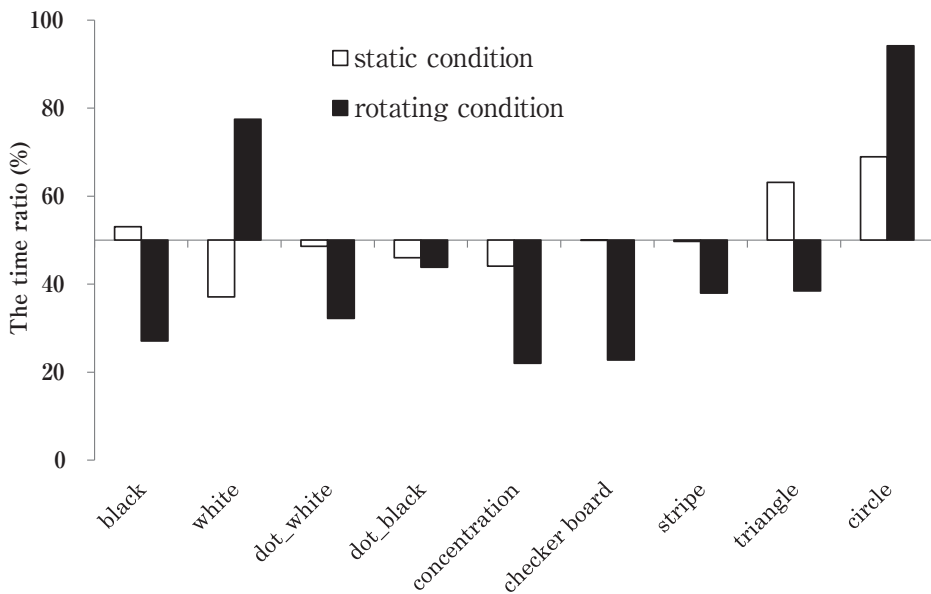


Figure 2 The result of this experiment: The time ratio of which gray area was perceived as figure (%).  
Upper 50 % means that gray area was perceived as figure, while under 50% means texture area was perceived as figure.

Pattern 1( $t(16)=3.09, p<.01$ )、Pattern 3( $t(16)=2.92, p<.05$ )、Pattern 5( $t(16)=5.97, p<.001$ )、Pattern 6( $t(16)=4.18, p<.001$ )、Pattern 7( $t(16)=1.92, p<.10$ )、Pattern 8( $t(16)=1.78, p<.10$ )では灰色以外の領域が有意に図として成立していることが示された。運動の有無による図地の成立を比較するために、観察図形別に回転条件と静止条件とで中灰の領域が図として知覚されていた時間の割合について  $t$  検定を行ったところ、Pattern 1( $t(24)=2.18, p<.05$ )、Pattern 5( $t(24)=1.95, p<.10$ )、Pattern 6( $t(24)=2.18, p<.05$ )、Pattern 8( $t(24)=2.16, p<.05$ )では静止条件の方が回転条件よりも灰色の領域が図として成立しやすく、Pattern 2( $t(24)=3.58, p<.01$ )、Pattern 9( $t(24)=2.56, p<.05$ )では回転条件の方が静止条件よりも灰色の領域が図として成立しやすいたことが示された。

回転条件における主な記述の内容をまとめると、Pattern 1や2では、図地の反転頻度が多く報告され、灰色領域と他の領域が同時に回転して見えるという記述が得られた。Pattern 9ではテクスチャ領域が灰色領域の背後で静止して見え、Pattern 3～8では灰色の領域がテクスチャ領域の背後で静止して見えるという記述が多く得られた。また、Pattern 5や8ではテクスチャ領域が立体的に見えるという記述があり、その背後に灰色の領域があるという見えが報告された。Pattern 3や4のドット模様では、灰色の領域よりもテクスチャ領域が速く回転しているように見えるという運動速度に関する報告が得られた。

これらの記述から、テクスチャを与えることで、図と地の成立だけでなく、速度感や立体感なども生じることが示唆される。また、図と地の成立はアモーダル知覚や奥行の成立とも関わりがあるが、テクスチャによって層化の程度が異なることも示唆される。記述内容において図と地の層化がはっきりとしていたテクスチャの例として、以下のような特徴が挙げられる。Pattern 5や8のようにテクスチャ領域のみで立体的に見える、灰色の領域がテクスチャ領域の背後で静止して見えるという記述が多い場合は、明らかにテクスチャ領域が図として成立する。また、Pattern 9ではテクスチャが地として成立しやすく、灰色の領域の背後でテクスチャがつながって見えるという記述が得られた。Pattern 6でも同様にテクスチャが地として成立するとの記述が得られたが、実験結果ではテクスチャ領域が図として成立していることを示している。

## 考察

### 1) 明度と運動情報の関係

テクスチャのない Pattern 1と2においては、静止条件では輝度の高い領域が、回転条件では輝度の低い領域が図になりやすい傾向が示された。また、静止条件では図地の反転頻度が多く、回転条件の方が安定した図地関係が成立しやすく、回転条件と静止条件とで図地の成立が異なる可能性が示唆された。一般的に輝度の高い領域が図になりやすいものの、図地の成立における輝度要因は形態的要因等に比べるとクリティカルな要因ではなく、周辺輝度との関係が指摘されている(Oyama, 1960)。本実験で用いた観察図形およびその背景は、静止条件と回転条件とで同じ輝度が用いられているため、周辺輝度との関係から本実験結果を考察することは難しい。また、本実験における回転条件では、Oyama (1960)とは反対に輝度の低い領域が図として成立してい

る。以上のように、運動状態における図地の成立に輝度の要因が与える影響は、静止状態とは異なる可能性が示唆されるが、この点については輝度や回転速度等を操作した更なる実験を行うことが求められる。

## 2) テクスチャと運動情報の関係

盛永 (1969) が指摘するように、静止条件では、他方の領域の背後でつながって見えるようなテクスチャを与えることで一体性が強調されたテクスチャ領域は、同一平面上の層となり、地として成立しやすいと考えられた。テクスチャのある Pattern 3～9 における静止条件では、どのテクスチャでも一定の図地が成立しておらず、図地の反転頻度が多かったことが示された。今回用いたテクスチャは一体性が弱く、アモーダル知覚を誘導することができなかった可能性も示唆されるが、静止条件においては、テクスチャの有無は図地の成立に直接的な影響を与えないことが明らかとなった。

一方で、回転条件では静止条件とは異なる特徴が示された。静止条件と回転条件の特徴の違いについて比較すると、静止条件ではすべてのテクスチャ図形において一定の図地が成立しないで図地の反転が報告されたが、回転条件では、Pattern 4 以外の図形では一定の図地が成立した。Pattern 9 では灰色領域が、それ以外のパターンではテクスチャ領域が図として成立しやすいことが示された。

回転条件における Pattern 9 とそれ以外のテクスチャ図形との違いを観察者から得られた記述から確認すると、Pattern 9 では“灰色領域は回転しているが、テクスチャ領域は動いているようには見えない”という記述が多い。一方で他のテクスチャ図形では、“テクスチャ領域ではなく灰色の領域が静止しているように見える”という記述が多く得られた。同心円図形を回転させると、物理的には回転していてもその回転運動を見ることは難しく、静止しているように知覚される。このような記述から、複数のテクスチャ領域が同じ方向に運動した場合、共通運命がはたらいて一体性が増して地として成立するのではなく、Wittmann が指摘したように、“運動しているように見える領域”は“静止しているように見える領域”に比べて図として知覚しやすいことが示唆される。

この点をさらに検討するために、“運動しているように見えるか否か”に着目した補足実験を行うこととした。本実験では、同心のパターンとして同心三角 (Pattern 8) と同心円 (Pattern 9) を用いた。両者はどちらも同心のパターンではあるが、Pattern 8 では回転することで移動するテクスチャを知覚することができる。一方で Pattern 9 では回転しても移動するテクスチャ領域を見ることはできない。静止条件ではどちらも一定の図地が成立しなかったが、回転条件では Pattern 9 では灰色領域が、Pattern 8 ではテクスチャ領域が図として成立した。このことから、回転することで知覚できる移動量が大きい方が図になりやすい可能性と、移動していることを知覚できれば図になりやすい可能性の2つがある。そこで補足実験では、回転させた際に知覚されるテクスチャの移動量が異なるパターンとして、本実験の回転条件でも静止して見えた同心円 (Pattern 9) を基本とし、変形率の異なる楕円を作成した。さらに Pattern 9 を基本に、物理的にはテクスチャの移動が発生しているにも関わらず、運動していることに気がつきにくいパター

ン、回転させることで回転以外の後退運動が知覚できる螺旋模様のパターンを作成した。これらのパターンにおける図と地の成立を調べることで、テクスチャ領域における知覚される運動量と図地の成立とに関係があるのかを検討する。

## 補足実験

**観察者** 正常な視覚をもつ大学生および大学院生、9名。

**観察図形** 円を45度の扇形に8分割し、8領域のうち隣り合わない4つの領域を中灰で描いた。残りの4つの領域は、Pattern 10:黒と白の同心円（静止条件）、Pattern 11:同心円（回転条件）、Pattern 12:同心円の一方を80%に圧縮した楕円（以下80%楕円）、Pattern 13:同心円一方を60%に圧縮した楕円（以下60%楕円）、Pattern 14:同心円上に黒と白の点を打った図（以下点あり）、Pattern 15:運動していることに気がつきにくいように、4つの領域のうち2つにおいて黒と白の領域を入れ替えた同心円（以下入れ替え）、Pattern 16:回転させると後退運動を知覚することのできる黒と白の螺旋 とした（Figure 3）。

Pattern 10以外はすべて観察図形を15秒で1周する速度で回転させる回転条件であった。また、運動情報による違いの検討を目的としたため、補足実験では黒と白の面積比等は一定とはしなかった。なお、その他の観察図形の直径や観察距離は本実験と同じであり、観察図形の提示順序は観察者ごとに入れ替えてランダムとした。



Figure 3 The test pattern in the supplementary experiment.

Up-left: Pattern 10/11 (circle), Up-Center: Pattern 12 (ellipse 80%), Up-Right: Pattern 13 (ellipse 60%)

Down-left: Pattern 14 (with dot), Middle-Center: Pattern 15 (replace), Middle-Right: Pattern 16 (spiral)



**手続き** 本実験と同様に、ディスプレイに観察図形を 20 秒間提示し、観察者には灰色領域とそれ以外の領域のうちどちらの領域が手前に見えるか（図として成立するのか）判断し、キー押しで反応を求めた。

また、すべての観察図形に対する実験を行ったのちに、再度すべての観察図形を提示し、回転して見える領域と手前に見える領域に着目して、どのように見えるのか、自由に現象の記述を行うように求めた。

## 結果と考察

本実験と同様の手続きで中灰の領域が図として知覚されていた時間の割合の平均を算出した。その結果を Figure 4 に示す。中灰の領域とそれ以外の領域のどちらが図として成立していたのかを確認するために、50% チャンスレベルとの対応のある  $t$  検定を行った。その結果、Pattern 11 ( $t(8)=2.30, p<.05$ )、Pattern 15 ( $t(8)=4.45, p<.01$ )、Pattern 16 ( $t(8)=2.12, p<.05$ ) では灰色の領域が図になりやすいことが示された。

また、自由記述の中で得られた内容をまとめると、Pattern 10 では 2 つの領域が平面的に見えて図と地の反転が生じることが、Pattern 11 ではテクスチャが静止、灰色領域が回転して手前に見えることが報告されていた。以上 2 点は、本実験と同じ結果である。

楕円の変形率を操作した Pattern 12 (80% 楕円) と Pattern 13 (60% 楕円) では、灰色領域も

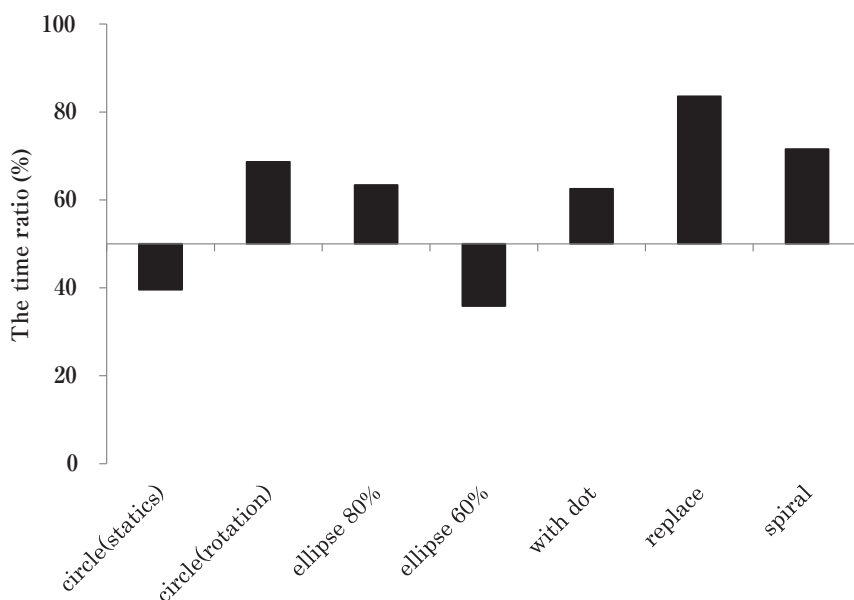


Figure 4 The result of the supplementary experiment: The time ratio of which gray area was perceived as figure.

Upper 50 % means that gray area was perceived as figure, while under 50% means texture area was perceived as figure.

テクスチャ領域も回転して見えるが、Pattern 12では灰色領域の方が、Pattern 13ではテクスチャ領域の方が手前に見えるとの報告が多かった。このことから、テクスチャ領域の運動情報が増えるとテクスチャ領域が図になりやすくなることが示唆される。この点を確認するために、楕円率によって図地の判断が異なるのかを調べるために、Pattern 11（同心円・回転条件）・12（80%楕円）・13（60%楕円）のデータを用いて1要因3水準の分散分析を行ったところ、主効果が有意であった（ $F(2,16)=6.93, p<.01$ ）。多重比較を行ったところ、Pattern 13は他の2つよりも灰色が図として判断されていたことが明らかとなった。Pattern 12・13は50%のチャンスレベルとは有意な差がなかったものの、楕円率を操作することで図になりやすい領域が変化することが示唆される。このことから、テクスチャの運動量の多いパターンでは、テクスチャ領域の方が図になりやすい傾向にあると考えられる。

Pattern 14（点あり）の自由記述では、灰色領域もテクスチャ領域も回転し、奥行きも反転することが報告されていた。Pattern 15（入れ替え）では、灰色が上で、9人中8人の観察者からテクスチャ領域が静止しているようにみえるとの報告があった。実際にはPattern 15は同心円ではなく、物理的にはアモダルのような補完は生じないパターンであるが、観察者の多くから同心円として知覚していたことが報告されている。このことから、本実験と同様に、物理的な運動情報に関わらず、運動して見える領域は図として、静止してみえる領域は地として成立しやすい可能性が示唆される。

これらの記述に対して、Pattern 16（螺旋）では、“模様が下で、中央に向かって渦巻いているのが見える”というように、テクスチャ領域における螺旋の後退運動に関する報告が半数の観察者から得られた。このようにPattern 16（螺旋）では、奥行きについては灰色領域がテクスチャ領域の手前として成立するが、一方で観察者の主観的な体験の中心事象となるのは、渦を巻いて動いているようにみえるテクスチャ領域であることが示唆された。

## 総合考察

本研究では、図と地の成立におけるテクスチャの効果について、運動状態と静止状態の違いを検討した。静止状態では、テクスチャがあることで一体性が増し、灰色領域よりもテクスチャ領域が地として成立しやすいと考えられたが、実験では図地の成立に一定の傾向がないことが示された。一方で運動状態では、第1の可能性として運動していることが知覚されやすいテクスチャ領域が図として成立すること、第2の可能性として運動することで共通運命がはたらき、一体性が強まってテクスチャ領域が地として成立することが考えられた。本実験および補足実験の結果から、第1の可能性である運動して見える領域が図として成立しやすいことが示された。

### 1) 静止状態におけるテクスチャの効果

Rubinの杯の顔領域に同心円を描いた場合は、テクスチャの領域が地として成立することが示されている（Takashima et al, 2012）が、本研究では一定の傾向は得られなかった。この理由の1つとして、本研究で用いた図形では灰色領域もテクスチャ領域と同様に一様な特徴をもつこ

とが挙げられる。Rubin の杯の顔に同心円のテクスチャを描いた場合、杯領域は1つしかないため一体性が増すことはなく、形態の特徴が本研究と大きく異なる。また、テクスチャ領域のみにおいても図地の成立するパターンがある（たとえば、白地に黒のドットなど）。本実験のようにテクスチャ領域を用いると、図と地の入れ子状態が成立し、入れ子状態そのものが、図地の成立に影響を与える可能性もある。このように、テクスチャによる効果は図形パターンや条件が変わることで影響を受けやすく、一定の傾向を見出す効果はない。本実験のように複数領域における一体性を強めると考えられたテクスチャの効果は、形態的要因や運動要因等に比べると、図と地の成立に対してクリティカルな要因ではないことが示唆される。

## 2) 運動状態におけるテクスチャの効果

運動状態では同心円パターンを除いてテクスチャ領域が図として成立することが示された。同心円のパターンでは、回転させてもテクスチャ領域が運動しているように見えず、地として成立することが示された。このことから、テクスチャを与えることで運動して見える領域は、無地の領域よりも図として成立しやすいことが示唆される。運動して見えるテクスチャに着目した補足実験でも同じことが示された。知覚される運動量も多くなる変形率の大きい楕円では、テクスチャ領域が図として成立する傾向が高いことが示された。このことから、単に運動して見える領域が図として成立しやすいのではなく、移動量が大きいと図として成立しやすいことが示唆される。また、補足実験の Pattern 15（入れ替え）のように、物理的には一様ではなくても、知覚的に運動して見えない領域は地として知覚されることも明らかとなった。これらの実験結果は、Wittmann がすでに示したことと一致する。すなわち、地は静止して見え、図は運動して見える傾向がある。

しかしながらこれらの結果に対して、運動して見える領域が常に図になるわけではないことも示された。補足実験の Pattern 16（螺旋）では、図として成立した灰色領域も運動して見えることが報告されていたが、報告される中心事象は灰色領域の背後に見えるテクスチャ領域の螺旋の後退運動であった。これは、図をどのように定義するのかによる問題であると考えられる。

## 3) 図と地の定義からの再検討

図と地の定義を調べると、知覚の対象となり（柿崎, 1993）、図形や物などの印象を与え（Metzger, 1953）、視野のなかで形をもって浮き出て見える領域が図として定義されている。一方でその図となる領域を支えて浮き上がらせている背景となる領域（柿崎, 1993）が地として定義されている。Koffka (1935) も“図は地の上”にあるという言い方で図地関係を述べているように、その現象的特徴として、基本的には図の方が手前にあるとして説明されている。これらの一般的な定義に対して Rubin は、図と地の概念を平面図形に対する記述で用いており、3次元布置では用いていない。主観的な意味（体験された現象的事実）として図と地の定義が使われている（多屋, 1993）。

このことから、狭い定義で図地を捉えると、奥行きは関係なく主観的に体験される事象が図となるが、より一般的な（あるいは日常的な）知覚世界で図地を定義すると、それは奥行き

の成立と無関係ではなく、地が図の背後にまで入り込み、異なる層として成立することがその特徴として挙げられる。

本研究では、図と地の成立を層化の過程としてとらえ、“手前に見える層”を図として定義したが、“体験される現象的事実”を図として定義した場合とでは、矛盾した結果となることが示された。補足実験の Pattern 16（螺旋）では、“手前に見える層”は灰色領域で、自由記述で報告された“体験される現象的事実”はテクスチャ領域である。すなわち、図と地の成立を“2つ以上の層化”としてとらえ、“手前に見える領域”が図となるならば、灰色領域が図となり、動きに関する報告が行われた領域が図になるとは限らない。一方で図と地の成立を“体験される現象的事実”としてとらえ、“観察者の観察される内容”を図として定義するならば、自由記述で多くの動きに関する報告が行われたテクスチャ領域が図となり、“手前に見える層”が図になるとは限らない。

これらの問題と同様に、穴の知覚を図と地の成立の関係から検討した研究がある（例えば Bertamini, 2006, Bertamini & Helmy, 2012）。かたちを所有し、閉じられた空間を形成している穴の領域と、輪郭を所有し、手前にある領域（すなわち穴を形作る部分）の、どちらが図であるといえるのかに関する議論である。これら穴の問題と同様に、本研究における“図地と層化”の関係は、3次元空間で捉えた場合に“図”をどのように定義するのか再度検討する必要性を示唆している。

図の定義に照らし合わせて、再度観察者の記述内容と本実験の結果を検討すると、補足実験の Pattern 16 における自由記述では、テクスチャ領域における動きの知覚内容に関する記述が多く得られたが、手前に見える灰色の領域が“静止して見える”という記述はなかった。他のパターンでは、テクスチャ領域が静止して見える場合は、灰色領域が手前に見え、テクスチャ領域が動いて見える場合は、テクスチャ領域が手前に見えるという結果であった。これらを総合すると、“動いて見える領域が図として成立しやすい”と結論づけることはできないが、“動いて見えない領域が地として成立しやすい”ということは可能であろう。

以上のように、図と地の成立におけるテクスチャの効果を検討した本研究の結果から、以下のことが言える。まず、テクスチャは図と地の成立に直接的に影響を与えないことが示された。すなわち、静止状態ではテクスチャが直接的に図と地の成立に影響を与えることは少なく、盛永の主張した地の連続的一体性を誘導するには、テクスチャだけでは不十分であることが示唆される。しかしながら、テクスチャを描くことで、その領域の運動状態が明確になったり、立体的に見えたりする。これらのテクスチャ情報や知覚される運動情報の有無が、灰色領域とテクスチャ領域との間で明確な層化を促す。運動して見える領域とそうでない領域とでは、明らかに異なる層として成立し、他の条件が一定であれば、動いて見える領域よりも動いて見えない領域は地として成立しやすいと言える。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、筑波大学 椎名健名誉教授、敬愛大学 藤井輝男教授、獨協大学 篠原幸喜様にさまざまなアドバイスをいただきました。ここに感謝を記します。

## 引用文献

- Bahnsen, P. (1928). Eine Untersuchung über Symmetrie und Asymmetrie bei visuellen Wahrnehmungen. *Zeitschrift für Psychologie*, **108**, 129-154.
- Barenholtz, E., & Tarr, M. J. (2009). Figure-ground assignment to a translating contour: A preference for advancing vs. receding motion. *Journal of Vision*, **9**(5), 1-9.
- Barenholtz, E. (2010). Convexities move because they contain matter. *Journal of Vision*, **10**, 1-12.
- Beck, J. (1966). Effect of orientation and of shape similarity on perceptual grouping. *Perception & Psychophysics*, **1**, 300-302.
- Bertamini, M. (2006). Who owns the contour of a visual hole? *Perception*, **25**, 883-894.
- Bertamini, M., & Helmy, M. S. (2012). The shape of a hole and that of the surface-with-hole cannot be analysed separately. *Psychonomic Bulletin & Review*, **19**, 608-616.
- Caputo, G. (1996). The role of the background: texture segregation and figure-ground segmentation. *Vision Research*, **36**(18), 2815-2826.
- Ehrenstein, W. (1930). Untersuchungen über Figur-Grund Fragen. *Zeitschrift für Psychologie*, **117**, 339-412.
- Hoffman, D. D., & Singh, M. (1997). Saliency of visual parts. *Cognition*, **63**, 29-78.
- Julesz, B., (1962). Visual pattern discrimination. *IRE Transactions on Information Theory*, **8**, 84-92.
- 柿崎祐一 (1993). 心理学的知覚論序説 培風館
- Kanizsa, G., & Gerbino, W. (1976). Convexity and symmetry in figure-ground organization. M. Henle (Ed) *Vision and artifact*. New York: Springer pp.25-32.
- Kanizsa, G. & Luccio, R. (1986). Die Doppeldeutigkeiten der Prägnanz. *Gestalt Theory*, **8**, 99-135.
- Koffka, K. (1935). *Principles of Gestalt psychology*. New York: Harcourt.
- 古崎敬・中野泰志 (1990). 面の層化と透明感に関する新しいパターン. 慶應義塾大学日吉紀要 自然科学, **8**, 79-87.
- Luccio, R. (2003). The Emergence of Prägnanz: Gaetano Kanizsa's Legacies. *Axiomathes*, **13**, 365-387.
- 増田直衛 (1996). 図・地の分節と層化--江戸手拭い「むさし野」を例として. 慶應義塾大学日吉紀要 自然科学, **19**, 58-62.
- 増田直衛・古崎敬 (1994). 明るさの分化と図・地の分節. 慶應義塾大学日吉紀要 自然科学, **15**, 81-85.
- Metzger, W. (1953). *Gesetze des Sehens*. Frankfurt: Waldemar Kramer (メッツガー, W. 盛永四郎 (訳) (1965). 視覚の法則 岩波書店).
- Morinaga, S. (1942). Beobachtungen über Grundlagen und Wirkungen anschaulich gleichmäßiger Breite. *Archiv für die gesamte Psychologie*, **110**, 309-348.
- 盛永四郎 (1969). 知覚心理学 明玄書房
- Oyama, T. (1960) Figure-ground dominance as a function of sector angle, brightness, hue, and orientation. *Journal of Experimental Psychology*, **60**, 299-305.
- Peterson, M. A., & Gibson, B. S. (1991). The initial identification of figure-ground relationships: Contributions from shape recognition processes. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **29**, 199-202
- Peterson, M. A., & Gibson, B. S. (1993). Shape recognition contributions to figure-ground organization in three-dimensional displays. *Cognitive Psychology*, **25**, 383-429.
- Peterson, M. A., & Gibson, B. S. (1994). Object recognition contributions to figure-ground organization: Operations on outlines and subjective contours. *Perception & Psychophysics*, **56**, 551-564.
- Takashima, M., Fujii, T., & Shiina, K. (2012). Face or vase? Areal homogeneity effect. *Perception*, **41**(11), 1392-1394.
- 多屋頼典 (1993). Rubinにおける図・地の概念 柿崎祐一(編) 心理学的知覚論序説 (p.286-288) 培風館
- Torii, S. (1963). Effect of inequality in color upon figure-ground dominance. *Perceptual and Motor Skills*, **16**, 10.
- Vecera, S. P., Vogel, E. K., & Woodman, G. F. (2002). Lower region: A new cue for figure-ground assignment. *Journal of Experimental Psychology: General*, **131**, 194-205.

(たかしま みどり) / 実験心理学