パターンのよさと知覚的体制化¹

児玉 優子 三浦 佳世 九州大学

Pattern goodness and perceptual organization

Yuko Kodama and Kayo Miura (Kyushu University)

The present study examined the relation between the manner of perceptual organization and pattern goodness. We presented regularly arranged dot patterns (Experiment 1) and randomly arranged dot patterns (Experiment 2). In both experiments, the participants were asked to evaluate the goodness of the patterns using a 7-point scale and to encircle the dots in the manner that the participants had organized them. The results for both experiments showed that patterns organized with fewer groups were rated as better than patterns organized with more groups, despite having the same structure. These results indicate that the variation in pattern goodness which is not explained by the physical structure of the pattern is explained by the manner of perceptual organization used by the observer.

Key words: pattern goodness, perceptual organization, dot pattern.

The Japanese Journal of Psychology
2011, Vol. 82, No. 3, pp. 277-282

パターンのよさに関する議論は古くから関心を集め、その規定要因について様々な仮説が提案されてきた (Attneave, 1954; Garner & Clement, 1963; 今井・伊藤・伊藤, 1976; Hamada & Ishihara, 1988)。

Garner & Clement (1963) は、3×3 の仮想格子上に、各行各列には一つ以上のドットを含めるという制約を満たしながら五つのドットを配置したパターン (以下 Garner パターンとする) を刺激として用い、同等集合サイズ (Equivalence Set Size: 以下 ESS とする) によってよさの定量化を試みた。ESS は、パターンに鏡映変換及び 90 度ずつの回転変換を施した時に生み出されるパターンの数で定義された。実験でよさ評定を求めた結果、ESS の値が小さいパターンほどよいと評定されることが示された。

今井他 (1976) も Garner パターンを用いて実験を行ったが、今井他は観察者の認知的な側面に注目し変換構造説を提唱した。今井他は、鏡映変換及び回転変換をパターン認知過程における本質的な認知的変換であると考え、どのような認知的変換に対してパターンが不変性を保つかということがよさ判断の要因である

と考えた。実験の結果、より多くの変換に対して不変であるパターンの方がよいと評価され、変換の種類によってもよさの異なることが示された。

Hamada & Ishihara (1988) はパターンの分類に群論を導入することで、Garner & Clement (1963) 及び今井他 (1976) の仮説に一致しない現象を説明することに成功した。Hamada & Ishihara は、変換の個数が異なるにもかかわらずよさ評定値が一定であるという結果に対し、パターンを巡回群と二面体群とに分け、両者では変換の個数がよさ評定に与える影響の重みが異なることを考えることで、この結果を説明した。

このように、これまでパターンのよさを説明する数多くの仮説が提唱されてきたが、問題も残されている。それは、同じ構造をもつパターンであってもよさ評定値に差が生じることである (松田, 1978)。本研究ではこの問題に対して、これまでの仮説のようにパターンの物理的特性を指標とするのではなく、観察者の知覚的な特性 (知覚的体制化) を指標とした説明を試みる。本研究がこのようなアプローチを取る理由は、同一パターン (つまり、物理的に全く同じ構造をもつパターン) に対するよさ評定値にさえ、無視できないばらつきが生じる (松田, 1978) ことから、パターンのよさ評定値をパターンの物理的特性だけで説明するには限界があると考えからである。

パターンのよさ研究の刺激として、しばしばドットパターンが用いられてきた。ゲシュタルト心理学者た

Correspondence concerning this article should be sent to: Kayo Miura, Faculty of Human-Environment Studies, Kyushu University, Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka 812-8581, Japan (e-mail: miura@lit.kyushu-u.ac.jp)

¹ 本研究の一部は、電子情報通信学会技術研究報告 (Vol. 108, 109) に掲載された。

ちは、複数の要素がどのような要因によってまとまるかに関して、近接や類同などの群化の要因を提案したが、近年では同一パターンを観察しても観察者の見方は異なるという例も報告されている (Compton & Logan, 1999; van Tonder & Ejima, 2000; 三浦, 2007)。物理的に全く同じ構造のパターンを観察しても観察者の知覚的体制化が異なるのであれば、そのパターンに対する印象・評定も異なることは十分に考えられる。本研究では、観察者の体制化の仕方の違いによって、従来の仮説では説明できなかった、同一構造をもつ複数のパターン間に見られる評定値のばらつきを説明できるかを検討する。以下、ドットパターンにおける体制化の仕方とよき評定の関係を検討することを目的として二つの実験を行った。

実験 1

Garner パターンを刺激として、知覚的体制化の仕方とよき評定の関係を検討した。体制化の仕方の違いを数量的に扱うことができるように、体制化時のまとまりの数を指標とした。

方法

実験参加者 大学生、大学院生 20 名 (男性 6 名、女性 14 名) が実験に参加した。

刺激と質問紙 Garner パターン (Figure 1) を刺激として用いた。1 辺が 4 cm の正方形を仮想的に 3 × 3 の九つのセルに分け、その中の五つのセル内に黒いドット (直径 0.72 cm) を配置した。この時、セルの中心とドットの中心は一致していた。正方形の枠の太さは 0.6 mm であり、枠内の領域は白色であった。

Garner パターンは ESS の違いによって以下の三つに分類される。基本パターンを反転及び回転変換した際に新たに生じるパターンと基本パターン自体を合わせた数が 1, 4, 8 のパターン (以下、それぞれ ESS (1), ESS (4), ESS (8) とする) である。基本パターンはそれぞれ、2 種類、8 種類、7 種類あるが、実験 1 では同一 ESS をもつ複数のパターン間の評定値の比較を行うため、基本パターンが 2 種類しかない ESS (1) は実験刺激として用いなかった。ESS (4) と ESS (8) のパターンにおいては変換後に新たに生じるパターンも含め、それぞれ 8 × 4 の 32 個と 7 × 8 の 56 個を実験刺激として用いた。

Figure 1. Examples of stimuli used in Experiment 1.

A4 白色用紙 (横向き) を 2 × 2 の四つのスペースに分け、各スペースの中央にそれぞれ一つの刺激を印刷した。また、各刺激の上方には 1 問目の質問項目が、下方には 2 問目の質問項目が印刷された。質問の内容は以下の手続きに示す。

手続き 実験参加者は A 群と B 群にランダムに割り当てられた (各 10 名)。ESS (4) の刺激はすべての実験参加者に呈示されたが、ESS (8) の刺激については、A 群には基本パターンを回転させた四つずつのパターンが呈示され、B 群にはそれら四つをそれぞれ反転させたパターンが呈示された。実験参加者は二つの課題を行った。一つ目は、パターンを“非常によい”から“非常に悪い”までの 7 段階で評定することであった (よき評定課題)。二つ目は、よき評定課題を行っていた時に、ドットがどのようなまとまりをもって見えていたかを報告することであった (まとまり作成課題)。まとまりの報告は、ドットを囲む線を刺激上に直接描くことで行った。その際の注意点として、すべてのドットを残さず囲むことと、いくつにまとめてもよいことが伝えられた。また、実験参加者には本試行の前に、ESS (1) のパターンを用いた 5 種類のまとめ方の例が示された (Figure 2)。その後実験参加者は、実験に用いる 15 種類の基本パターンすべてに目を通してから、本試行を開始した。本試行では、一つの刺激について二つの質問に回答し、次の刺激に進んだ。回答時間に制限は設けず、実験参加者は自由なペースで回答を行った。なお、よき評定課題の際の“よい”と“悪い”の左右配置は実験参加者間でカウンターバランスをとった。また、刺激の呈示順序は実験参加者間でランダムであった。

結果と考察

よき評定課題で得られたデータについて、“非常によい”から“非常に悪い”をそれぞれ 7 から 1 とし、これらの値をよき評定値と定義した。なお、パターンに反転及び回転変換を施してもパターンの構造は変化しないため、結果の分析は反転及び回転の要因をこみにして行った。

異なる ESS (8) の刺激を呈示した A 群と B 群の間で、体制化時のまとまりの数とよき評定値に有意な差があるか検討するために、それぞれ実験群 (2) × パターン (7) の 2 要因分散分析を行ったところ、まとま

Figure 2. Example answers of five types of organization, which were presented to participants before the main experiment.

Table 1
Mean values of goodness ratings (and number of data) in Experiment 1

Pattern		Number of organized groups			
		1	2	3	4
ESS (4)	1	5.86 (74)	5.33 (6)	- (0)	- (0)
	2	5.66 (41)	4.67 (3)	4.53 (36)	- (0)
	3	5.56 (72)	- (0)	5.38 (8)	- (0)
	4	6.04 (74)	6.00 (5)	5.0 (1)	- (0)
	5	5.25 (4)	4.12 (76)	- (0)	- (0)
	6	5.22 (72)	4.40 (5)	5.0 (3)	- (0)
	7	4.92 (13)	4.19 (37)	3.21 (28)	2.0 (2)
	8	5.13 (8)	5.00 (14)	3.52 (58)	- (0)
ESS (8)	1	4.89 (9)	3.09 (64)	2.29 (7)	- (0)
	2	3.93 (43)	3.25 (28)	3.11 (9)	- (0)
	3	4.50 (6)	3.15 (67)	3.14 (7)	- (0)
	4	- (0)	3.25 (75)	2.60 (5)	- (0)
	5	3.50 (6)	2.94 (18)	2.48 (54)	3.0 (2)
	6	- (0)	3.36 (74)	3.83 (6)	- (0)
	7	- (0)	2.97 (64)	2.56 (16)	- (0)

りの数とよさ評定値ともにパターンの主効果は有意であったが（それぞれ、 $F(6, 108) = 27.21, p < .001$; $F(6, 108) = 6.15, p < .001$ ），実験群の主効果と交互作用はそれぞれ有意ではなかった（まとまりの数についてそれぞれ、 $F(1, 18) = 0.25, p = .63$; $F(6, 108) = 1.41, p = .22$ ；よさ評定値についてそれぞれ、 $F(1, 18) = 0.47, p = .50$; $F(6, 108) = 2.09, p = .06$ ）。このため、A群とB群は同質なものとみなし、以後の分析は両者のデータを合わせて行った。

同一ESSをもつ複数のパターンに対する評定値と体制化の関係 同一ESS (4)の構造をもつパターンは8種類あり、ESS (8)の構造をもつパターンは7種類ある。もし体制化時のまとまりの数がよさ評定に影響するなら、同一ESSをもつパターンであっても、それらのまとまりの数とよさ評定値の間には相関が見られると考えられる。各パターンのまとまりの数の平均値とよさ評定の平均値の相関係数を求めた結果、ESS (4)のパターンについての相関係数 (r) は $r = -0.91$ ($p < .01$)、ESS (8)のパターンについての相関係数 (r) は $r = -0.92$ ($p < .01$) であった (Figure 3)。これらの非常に高い負の相関は、同一ESSをもつパターンでも、体制化時のまとまりの数が少ないパターンほどよさ評定値は高くなることを意味する。このように、まとまりの数を指標に用いることで、従来の仮説では説明できなかった、同一ESSをもつ複数のパターン間に見られる評定値のばらつきを説明できることが示された。

同一パターンに対する評定値と体制化の関係 松田 (1978) は同一パターンに対する評定値にさえ無視できないばらつきが生じることを報告しているが、実験

1にもそのことは当てはまる。そこで以下では、物理的に全く同じ構造をもつパターンの比較においても、体制化時のまとまりの数がよさ評定に影響するのか検討する。もし影響するのであれば、同一パターンであっても体制化時のまとまりの数が多い場合と少ない場合でよさ評定値に差が生じると考えられる。まず各パターンにおいて、まとまりの数ごとのよさ評定値の平均値を求めた (Table 1)。次に各パターンにおいて、まとまりの数が最少の時のよさ評定の平均値を“最少群”、まとまりの数が最多の時のよさ評定の平均値を“最多群”として取り出した。ただし、このときデータ数が3以下の平均値は用いなかった。 t 検定を行った結果、最少群のよさ評定値の方が最多群よりも有意に高いという結果が得られた ($t(28) = 2.12, p < .05$;

Figure 3. Correlations between the number of organized groups and the values of the goodness ratings in Experiment 1. Each point shows an average of all of the participants' data.

Figure 4)。この結果は、たとえ物理的に全く同じ構造をもつパターンを観察しても、まとまりの数が少なくなる体制化を行った場合の方がパターンに対してよい評価を与えることを示す。以上のことから、体制化時のまとまりの数を指標とすることで、ESS の同じパターンに対する評定値の差異を説明できるだけでなく、物理的に全く同じ構造をもつパターンに対する評定値の差異も説明できることが示された。

実験 2

市川・行場 (1984) は、ある物理的変数がある心理的変数のどれ程の分散を説明できるかということは、パターンのサンプリングの仕方に大きく依存すると主張した。そこで実験 2 では、実験 1 の結果がより広範囲のパターンに適用可能かどうか、ランダムに配置されたドットパターンを刺激として検討した。

方法

実験参加者 大学生、大学院生 64 名（男性 18 名、女性 46 名）が実験に参加した。

刺激と質問紙 正方形枠の中に七つの黒いドットをランダムに配置した図形を刺激パターンとした。正方

Figure 4. Mean values of the goodness ratings for Smallest and Largest in Experiment 1. Error bars indicate standard deviations.

Figure 5. Examples of stimuli used in Experiment 2. Seven dots were placed randomly in a square frame.

形の 1 辺は 4 cm、枠の太さは 0.6 mm であり、枠内の領域は白色であった。ドットの直径は 6 mm であり、どのドットも互いに重ならないように配置された。実験 1 と実験 2 では一つのパターン内のドットの数が異なるが、正方形内の領域に占めるドットの面積は両者で等しかった。ドットをランダムに配置させるプログラム (Delphi で作成) を使い、12 種類のパターンを作成した (Figure 5)。さらに、それぞれのパターンを 90 度、180 度、270 度ずつ回転させたパターンを作成し、回転前のパターン (0 度) とともに実験に用いた。

刺激は、A5 白色用紙 (横向き) の上方中央に印刷され、刺激の下には、実験 1 と同じ二つの質問が印刷された。

手続き 四つの角度条件に、それぞれ 16 名の実験参加者が参加した。実験参加者の課題は、実験 1 と同じであった。

実験参加者には本試行の前に、一つのパターンに対する 4 種類のまとめ方の例が示された。この時に用いた刺激は本試行では使用しなかった。実験参加者は次に、実験に用いる 12 種類の刺激すべてに目を通してから、本試行を開始した。その他の手続きは、実験 1 と同じであった。

結果と考察

実験 2 ではランダムドットパターンを刺激としたため、ESS のような、異なる複数のパターンに共通した構造を見出すことは困難である。そのため実験 2 では、同一パターン (物理的に全く同じ構造をもつパターン) に対する評定値と体制化の比較のみを行う。なお実験 1 と同じく、パターンを回転させてもパターンの構造は変化しないため、結果の分析は回転の要因をこみにして行った。

同一パターンに対する評定値と体制化の関係 ランダムドットパターンを刺激としても、物理的に全く同じ構造をもつパターンの比較において、体制化時のまとまりの数がよき評定に影響するのかが検討する。もし影響するのであれば、同一パターンであっても体制化時のまとまりの数が多い場合と少ない場合でよき評定値に差が生じると考えられる。実験 1 と同様に、まず各パターンでまとまりの数ごとのよき評定値の平均値を求めた後 (Table 2)²、最少群と最多群のよき評定

² 実験で得られたすべての回答が有効であれば、Table 2 での各パターンのデータ数の合計はそれぞれ 64 になる。しかし、まとまり作成課題で入れ子構造をもつ回答は分析から外したため、データ数の合計が 64 未満のパターンもある。入れ子構造をもつとは、例えば三つのドットに対する体制化の仕方を描く際に、一つのドットを囲みそれ以外の二つのドットを囲むことに加えて、三つすべてのドットを囲む線をさらに外側に描く等のものであり、このような回答はまとまりの数を 1 と 2 ととも解釈可能なため、分析から外した。

Table 2
Mean values of goodness ratings (and number of data) in Experiment 2

Pattern	Number of organized groups						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4.80 (15)	4.60 (20)	4.15 (27)	3.50 (2)	- (0)	- (0)	- (0)
2	- (0)	3.57 (30)	3.34 (29)	3.75 (4)	- (0)	- (0)	- (0)
3	5.25 (4)	3.73 (11)	4.00 (27)	3.40 (5)	3.00 (15)	- (0)	- (0)
4	3.00 (1)	4.80 (15)	4.75 (8)	3.58 (36)	3.33 (3)	- (0)	- (0)
5	4.39 (18)	4.09 (23)	3.71 (14)	3.44 (9)	- (0)	- (0)	- (0)
6	4.00 (1)	4.00 (11)	3.74 (34)	2.91 (11)	4.00 (7)	- (0)	- (0)
7	4.70 (10)	3.92 (37)	4.17 (12)	3.50 (2)	- (0)	- (0)	- (0)
8	3.00 (1)	4.56 (34)	4.31 (16)	4.22 (9)	- (0)	- (0)	- (0)
9	4.22 (9)	3.88 (8)	3.88 (41)	3.33 (3)	4.00 (1)	- (0)	- (0)
10	3.82 (28)	3.83 (12)	4.06 (17)	2.33 (3)	- (0)	- (0)	- (0)
11	4.50 (4)	3.72 (32)	3.60 (20)	3.17 (6)	- (0)	- (0)	- (0)
12	4.80 (5)	4.00 (7)	4.20 (25)	4.07 (14)	2.89 (9)	6.00 (1)	4.00 (2)

値を求め t 検定を行った。その結果、最少群のよさ評定値の方が最多群よりも有意に高いという結果が得られた ($t(22)=3.91, p<.001$; Figure 6)。この結果は、たとえ物理的に全く同じ構造をもつパターンを観察しても、まとまりの数が少なくなる体制化を行った場合の方がパターンに対してよい評価を与えることを示しており、実験1の結果と一致する。このことは、“体制化時のまとまりの数を指標とすることで、同一構造をもつパターンの評定値の差異を説明できる”という仮説が、より広範囲のパターンに対して適用可能であることを示す。

総 合 考 察

本研究では、ドットからなるパターンの体制化の仕

Figure 6. Mean values of the goodness rating for Smallest and Largest in Experiment 2. Error bars indicate standard deviations.

方とよさ評定の関係を検討することで、これまで説明が困難であった同一構造をもつパターンのよさ評定値のばらつきを説明することを試みた。結果、Garnerパターンを用いた実験1及びランダムパターンを用いた実験2の両実験において、たとえ同じ構造をもつパターンを観察しても、まとまりの数が少なくなる体制化を行った場合の方がパターンに対してよい評価を与えることが示された。このことは、パターンの物理的な構造を指標とすることでは説明困難であった評定値の差異を、知覚的体制化という観察者の知覚的な特性で説明できることを示すとともに、それがGarnerパターン以外のパターン（ランダムドットパターン）にも適用可能なことを示すものである。

なぜ、まとまりの数が少なくなる体制化が行われたパターンの方が、よいと評価されるのだろうか。Garnerパターンを用いた先行研究では、よさ評定値が高いパターンは認知的な負荷量が少ないと報告されている。例えば、Garner & Sutliff (1974) は、ESSの値が小さいパターンほど視覚符号化に要する時間が短いことを示し、Clement (1967) は、ESSの値が小さいパターンほど記憶されやすいことを示している。本研究では符号化や記憶のしやすさといった認知的な負荷量を検討する実験を行っていないが、同じ構造をもつパターンでも、それをいかに体制化するかによって認知的な負荷量が異なり、それがよさ評価の差につながるという仮説が考えられる。今後この点を検証していくことで、パターンのよさ評価に関する認知的なプロセスの一端を明らかにできるものと思われる。

引用文献

Attneave, F. (1954). Some informational aspects of

- visual perception. *Psychological Review*, **61**, 183-193.
- Clement, D. E. (1967). Paired-associate learning as a correlate of pattern goodness. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **6**, 112-116.
- Compton, B. J., & Logan, G. D. (1999). Judgments of perceptual groups: Reliability and sensitivity to stimulus transformation. *Perception and Psychophysics*, **61**, 1320-1335.
- Garner, W. R., & Clement, D. E. (1963). Goodness of pattern and pattern uncertainty. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **2**, 446-452.
- Garner, W. R., & Sutliff, D. (1974). The effect of goodness on encoding time in visual pattern discrimination. *Perception and Psychophysics*, **16**, 426-430.
- Hamada, J., & Ishihara, T. (1988). Complexity and goodness of dot patterns varying in symmetry. *Psychological Research*, **50**, 155-161.
- 市川 伸一・行場 次朗 (1984). パターンの精神物理学における方法論的諸問題の検討 心理学評論, **27**, 132-157.
- (Ichikawa, S., & Gyoba, J. (1984). Methodological problems on pattern psychophysics. *Japanese Psychological Review*, **27**, 132-157.)
- 今井 四郎・伊藤 智啓・伊藤 進 (1976). 良さの判断におよぼすパターン内変換構造の効果 心理学研究, **47**, 202-210.
- (Imai, S., Ito, T., & Ito, S. (1976). Effect of intra-pattern transformation structures upon goodness judgments of two-dimensional patterns. *Japanese Journal of Psychology*, **47**, 202-210.)
- 松田 隆夫 (1978). パターンの良さ判断とパターン内変換構造——パターン認知に関する今井の変換構造説の検討—— 心理学研究, **49**, 207-214.
- (Matsuda, T. (1978). Judgments of pattern goodness and intra-configurational transformational structures: An examination of Imai's theory. *Japanese Journal of Psychology*, **49**, 207-214.)
- 三浦 佳世 (2007). ランダムネスからのパターンの“よさ”再考——松江泰治の写真をきっかけに—— 野口 薫 (編) 美と感性の心理学——ゲシュタルト知覚の新しい地平—— 富士房インターナショナル pp. 705-716.
- (Miura, K. (2007). Reconsideration of pattern-“goodness” from the point of view of randomness: Inspired by a photograph taken by Taiji Matsue. In K. Noguchi (Ed.), *Psychology of beauty and kansei: New horizons of Gestalt perception*. Fujibo International. pp. 705-716.)
- van Tonder, G. J., & Ejima, Y. (2000). Bottom-up clues in target finding: Why a Dalmatian may be mistaken for an elephant. *Perception*, **29**, 149-157.

—— 2010. 5. 25 受稿, 2011. 1. 22 受理 ——