主観的輪郭の微小生成過程における図形手がかりの作用の検討¹

名古屋大学 高橋 晋也²

Operation of figural cues in the microgenetic process of subjective contour perception

Shin'ya Takahashi (Department of Psychology, Faculty of Letters,
Nagoya University, Chikusa-ku, Nagoya 464-01)

The purpose of this study was to investigate how the two figural cues, "alignment" and "incompletion", would affect the microgenetic process of subjective contour (SC) perception. To change the effectiveness of each figural cue, four patterns of inducing figures (IFs) were used: "AI" pattern with both figural cues intact, "A" pattern in which the "incompletion" cue was weakened (with "alignment" as a main cue), "I" pattern in which the "alignment" cue was weakened (with "incompletion" as a main cue), and "N" pattern where both cues were obliterated. These IFs were exposed to four subjects tachistoscopically for 10-70 ms, followed by a masking pattern (dur. 500 ms) exposed without interval. All the subjects were asked to judge the clarity of the SC. The results showed that it took longer processing time to achieve the SC perception at the same clarity level as in the free observation with "I" and "N" patterns than with "AI" and "A" patterns. These results support the previous finding that "alignment" cue could generate the SC perception when each IF element was not clearly perceived and "incompletion" was not available as a main cue (Takahashi, 1990).

Key words: subjective contour (SC), microgenetic process, figural cues, "alignment" cue, "incompletion" cue.

適当な刺激布置条件下 (たとえば Fig. 1, AI パターン) では、物理的には等質な領域中に明瞭な面が知覚される。一般的に、この面は周囲の背景領域と明るさが異なり、しかも 3 次元的な奥行き感を伴って見える。このような知覚現象は主観的輪郭 (subjective contour: SC) と呼ばれ、現在までにその現象・機能・機序などに関する膨大な研究が報告されている。とくに現象生起の機序については数多くの理論が提出されてきているが (詳細は Pritchard & Warm, 1983; 渡辺・永瀬, 1989 などを参照)、一般にこれらは Gregory (1972) による二分法に従い "生理説" と "認知説" とに大別されている。前者の代表的なものは "明るさの同時対比説" (Brigner & Gallagher, 1974 など) であり、後者のそれは "認知的仮説構成説" (Rock & Anson, 1979 など) であろう。これらの理論は、これまで相対立するものとして議論されてきており、多くの研究はこの "論争" に終止符を打つべく実験をデザインし、 "... 説を支持する" という

類の結論を述べてきた。

しかし、上記の 2 つの理論を矛盾するものとしてではなく、説明のレベルを異にするものとして解釈することも可能である。つまり、"明るさの同時対比説" は見えの明るさ増大という SC の 1 つの現象特性の説明ではあり得ても、効果の及ぶ特定領域 (すなわち SC) を実験的に仮定しているがために "循環論である" という批判にさらされることになる。また "認知的仮説構成説" は、図-地反転による面形成の過程をよく説明しているものの、これに伴う現象特性 (とりわけ明るさの増大) についての説明は不十分である。言うなれば、それぞれの理論が部分的に妥当性を有しており、SC 知覚の "生理的側面" または "認知的側面" についての説明として理解する方が適当であると思われる。

このような立場に立った場合に問題とされるのは両側面の因果関係であるが、すでにカニッツァ (野口訳, 1985), Watanabe & Oyama (1988) らは、明るさの増大や見えの奥行きといった現象特性は、主観的な面の形成の原因ではなく結果であることを指摘している。そこで、SC 知覚の第 1 段階として主観的な面の形成 (図-地反転) 過程を考える必要があるが、現在までに、面形成そのものは注意・期待・過去経験などの認知的作用に大きく依存したものであることが、数多くのデモンストレ

¹ 本研究は昭和 63 年度名古屋大学大学院文学研究科修士論文の一部を加筆・修正したものである。また、本研究の一部は、1989 年日本心理学会第 53 回大会で発表された。

² 本論文をまとめるにあたり御指導いただきました、名古屋大学文学部後藤倬男教授に深く感謝いたします。

ーション (Bradley & Dumais, 1975; Bradley & Petry, 1977; Scrivener, 1983) や実験事実 (Brandeis & Lehmann, 1989; Gellatly, 1982; Pritchard & Warm, 1983; Rock & Anson, 1979) により裏付けられている。

Rock & Anson (1979) は、上述の立場に立ち、刺激パターン内に存在する図形手がかりを、観察者が発見することによって始まる一連の“問題解決過程”として、主観的な面の形成を説明している。そして、図-地反転を導く具体的な図形手がかりとして、SC の一部を構成する实在輪郭の“連続性 (alignment)”，各誘導図形要素の“不完全性 (incompletion)” の2つを挙げている。これらの図形手がかりの重要性は、野澤 (1977)、カニツツア (野口訳, 1985) らによっても指摘されている。

ところで、これまでに SC を実験的に検討したほとんどの研究においては、被験者に刺激図形を十分な時間をとって観察させている。この方法は、刺激入力から SC 知覚へと至る処理過程の“最終結果”を扱っていることになるが、SC 知覚のような複雑な認知処理過程の機序に接近するためには、“最終結果”だけではなく、それに至るまでの“時間的経過”をも検討の対象とするべきであろう。そのための最も有効な方法として瞬間提示法が考えられる。

これまでに、瞬間提示法によって SC の“微小生成過程 (microgenetic process)”を検討した研究の中で大変興味深い現象が報告されている。まず、Gellatly (1980) は誘導図形とマスク刺激 (誘導扇形の円周部と一致する線画円図形) を繰り返し提示した際の SC の見え方を検討した。その結果、10 ms という極めて短い誘導図形提示時間 (マスク刺激の提示時間は 1 s) で SC が観察されたが、この時誘導図形の形態や色は知覚されなかった、と報告されている。また、高橋 (1990) はマスク刺激 (誘導図形全体を覆うランダムドット・パターン) 提示の直前に誘導図形を瞬間提示した際の SC および誘導図形の見え方を検討した。その結果、SC 知覚処理の初期段階においては、誘導図形の形態が十分に知覚されなくても SC が知覚され得ること、そしてその際の誘導図形は、SC の一部を構成する实在輪郭 (V 字エッジ) の周囲は明瞭に知覚されるが、円周部がぼやけることが明らかにされた。

高橋 (1990) は、上述の知見を SC 知覚を導く図形手がかりという観点から議論し、“不完全な円”としての誘導図形要素 (扇形) の知覚が不十分な条件下で“不完全性”手がかりが有効に作用するとは考えられないことより、SC 知覚の初期段階においては、おもに“連続性”手がかりの作用が SC 知覚を導く、という可能性を指摘した。しかしこの問題に関して、高橋 (1990) の結果は消去法的に“連続性”手がかりの作用の可能性を示唆しているに過ぎず、十分な信頼性があるとは言えない。

い。そこで本研究では、各図形手がかりの強度を操作したパターンを用いることによって、上述の可能性を直接的に、刺激条件の効果として検討することを目的とする。

方 法

刺激 誘導図形としては、Kanizsa 型の主観的三角形誘導図形を基本に、Rock & Anson (1979) が指摘した2種類の図形手がかりの強度を操作することによって、以下の4種類のパターンを作製した (Fig. 1)。すなわち、AI (alignment & incompletion) パターンは両図形手がかりを有しているのに対して、A パターンにおいては各誘導図形要素に2箇所の切れ込みを加えることにより、また I パターンにおいては各誘導図形要素を時計回りに角度にして 5° 回転させることにより、それぞれ“不完全性”あるいは“連続性”の強度が弱められている。言い換えるならば、A パターンでは“連続性”が、I パターンでは“不完全性”が主要な図形手がかりとして作用可能であると考えられる。さらに、これらの図形操作を併用することによって、両図形手がかりの強度を弱めた N (no figural cue) パターンを作製した。

これらのパターンは白色ケント紙上に黒色色紙 (マンセル値 $N=2.0$) を貼付することによって作製された。大きさ (視角) は各切れ込み円の半径が 1.0° 、全体では $4.8^\circ \times 5.2^\circ$ であり、提示時の輝度は白色領域が 4.6 cd/m^2 、黒色領域が 0.1 cd/m^2 であった。

また、陰性残像の出現を阻止するためのマスク刺激として、誘導図形全体を覆い隠すように提示される、

Fig. 1. SC-inducing patterns. For further description see the text.

大きさ $6.0^\circ \times 6.0^\circ$ のランダムドット・パターン (平均輝度: 0.4 cd/m^2) が用いられた。

手続き 実験は明室 (約 40 lx) で実施され, 全ての刺激提示は 3 チャンネル・タキストスコープ (TAKEI KIKI KOGYO) によった。

はじめに, 4 種類のパターンの自由観察をそれぞれ約 2 分間行ったが, この時被験者は, AI パターンにおける SC の明瞭度をモデュラス (10) として, 残る 3 パターンにおける SC の明瞭度を量推定 (0—10 の 11 段階) した。ついで本試行では, 誘導図形を 10, 30, 40, 50, 60, 70 ms の 6 種類の提示時間でランダムに提示した。提示される誘導図形パターンの種類もランダムに変化させた。誘導図形提示前の視野は凝視点 (SC の中心と一致する + 印) が描かれた白色画面 (4.4 cd/m^2) であり, 誘導図形提示後の視野は, マスク刺激が 500 ms 提示されたのち凝視点画面に戻った。

被験者の課題は, 各試行における SC の明瞭度を“見えた”・“わからない”・“見えない”の 3 件法で判断することであったが, その際, 自由観察時の AI パターンにおける SC の明瞭度を基準とすること, 提示された誘導図形パターンの種類に関して詮索的な態度をとらないことなどを教示した。

192 試行の練習試行の後, 各々の被験者に各条件 (誘導図形 4 種類 $\times$ 提示時間 6 種類) 20 試行, 合計 480 試行を課した。これらは 6 日間で, 12 セッションに分けて実施された。

被験者 心理学専攻生 4 名 (女子 3 名, 男子 1 名) が参加した。いずれの被験者も健常な視力 (矯正を含む) を有し, また, 本実験に類する瞬間視事態に十分習熟していた。

データ処理 被験者の内省より, 瞬間視事態で SC の明瞭度を判断する際, “見えない”と“わからない”とを明確に区別できなかったことが明らかにされたため, 各条件における, SC が“見えた”という反応の出現頻度 (SC 知覚率) を SC 知覚の指標とした。つぎに, 4 種類の誘導図形を自由観察した際に知覚される SC の明瞭度の差異を統制するため, A パターン・I パターン・N パターンについては, 以下の式により, 各条件における SC の知覚達成値 (perceptual achievement value) を算出した。

$$\text{PAV} = \frac{\text{PR} \times 10}{\text{EV}} \quad (1)$$

ここで PAV は知覚達成値, PR は SC 知覚率, EV は自由観察時の推定値 (6 回の観察日の平均値) を表す。ただし, AI パターンについては,

$$\text{PAV} = \text{PR} \quad (2)$$

とした。

結果と考察

各誘導図形を自由観察した際の, SC の明瞭度の平均推定値は, AI パターンを 10 として, A パターン: 8.4, I パターン: 5.4, N パターン: 3.5 となった。

つぎに Fig. 2 は, 各条件における知覚達成値を 4 名の被験者の平均値で示したものである。図において, 知覚達成値 1.0 は各パターンを自由観察した際の SC の明瞭度の水準を表している。また, 知覚達成値 0.8 での破線は, 自由観察時の SC の明瞭度に近い水準として便宜的に挿入したものである。この結果について分割法による 2 要因分散分析 (パターン条件 $\times$ 提示時間条件) を行ったところ, パターン条件の効果 ($F[3,9]=4.35, p<.05$) および提示時間条件の効果 ($F[5,15]=29.72, p<.01$) が有意となった³。

Fig. 2 には, 以下の 2 点の特徴的な傾向が示されている。すなわち第 1 点として, AI パターン曲線と A パターン曲線の傾向および水準がきわめて類似していること, 第 2 点として, AI パターン・A パターンの知覚達成値は提示時間 30 ms 条件において 0.8 以上の高い値を示しているが, I パターン・N パターンの知覚達成値がその水準に到達するには 50 ms 以上の提示時間を必要とするということである。そして, 本研究においてと

Fig. 2. Mean perceptual achievement values for SC-inducing patterns as a function of exposure duration.

³ 分散分析は知覚達成値の対数変換値を用いて行った。

くに問題とされる A パターンと I パターンの結果を比較すると、A パターン曲線は提示時間 30 ms で十分に高い知覚達成値を示し、それ以上の提示時間条件においてこの水準を維持しているのに対して、I パターン曲線は用いられた提示時間条件の範囲内ではほぼ一次関数的に上昇し、50 ms 条件ではじめて 0.8 以上の水準に達しているのである。

つぎに、上述の結果を、SC 知覚を生じさせる図形手がかりという観点から議論する。AI パターン・A パターンにおいては、30 ms 条件で自由観察時の水準に近い SC が知覚されているが、この段階では、おもに“連続性”手がかりが作用していたと考えられる。なぜならば、A パターンにおいては“不完全性”手がかりが弱められているため、“不完全性”手がかりが関与しているとなれば、両パターンの結果に差が生じるはずだからである。一方 I パターンについてみると、ここでは“連続性”手がかりが弱められているため、50 ms 条件で SC が知覚される段階で作用していた手がかりは、おもに“不完全性”であると考えられる。これらの結果は、“連続性”手がかりの作用が“不完全性”手がかりの作用に先行することを示しており、高橋(1990)の仮説を支持するものである。

SC 知覚過程に関して、Reynolds (1981) は“はじめに各誘導図形要素は別々に処理され、つぎにこれらは複雑な相互作用を生じさせ、最終的に SC が知覚される”と述べているが、本研究の結果は、この見解が不十分であることを指摘するものである。なぜならば、SC の一部を構成する実在輪郭の相対的位置関係を与える図形手がかりである“連続性”が、“不完全な円”としての誘導図形要素の形態の知覚に先行して作用することが明らかにされたためである。SC 知覚処理は Reynolds (1981) が言うような直列的なものではなく、実際には誘導図形処理の最中にもそれぞれの誘導図形要素間で相互作用が生じていると考えられる。

Rock & Anson (1979) は、“連続性”・“不完全性”の図形手がかりのうち、少なくともいずれか 1 つが作用すれば SC 知覚を生じさせ得ることを指摘している。しかし、SC 知覚処理過程におけるこれらの手がかりの作用に時間的順序性があるという点は、本研究で、瞬間提示法を用いることによってはじめて明らかにされた知見である。

今後の検討課題としては、以上の知見と見えの明るさの増大、奥行きといった SC の各現象特性との関連が挙げられる。また、各図形手がかりを与える誘導図形の図形特性に関しても、これまでは抽象的に論じられてきただけで体系的なデータは報告されていないが、面形成の過程を正確に記述する上で重要な問題であると考えられるため、今後くわしく検討される必要があらう。

引用文献

- Bradley, D. R., & Dumais, S. T. 1975 Ambiguous cognitive contours. *Nature*, **257**, 582-584.
- Bradley, D. R., & Petry, H. M. 1977 Organizational determinants of subjective contour: The subjective Necker cube. *American Journal of Psychology*, **90**, 253-262.
- Brandeis, D., & Lehmann, D. 1989 Segments of event-related potential map series reveal landscape changes with visual attention and subjective contours. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **73**, 507-519.
- Brigner, W. L., & Gallagher, M. B. 1974 Subjective contour: Apparent depth or simultaneous brightness contrast? *Perceptual and Motor Skills*, **38**, 1047-1053.
- Gellatly, A. R. H. 1980 Perception of an illusory triangle with masked inducing figure. *Perception*, **9**, 599-602.
- Gellatly, A. R. H. 1982 Perceptual learning of illusory contours and colour. *Perception*, **11**, 655-661.
- Gregory, R. L. 1972 Cognitive contours. *Nature*, **238**, 51-52.
- カニツツア G. 野口 薫 (監訳) 1985 視覚の文法 ゲシュタルト知覚論 サイエンス社
(Kanizsa, G. 1979 *Organization in vision: Essays on Gestalt perception*. New York: Praeger.)
- 野澤 晨 1977 図形の場の強さの測定による主観的輪郭線の実験的研究 聖心女子大学論叢, **50**, 141-180.
- Pritchard, W. S., & Warm, J. S. 1983 Attentional processing and the subjective contour illusion. *Journal of Experimental Psychology: General*, **112**, 145-175.
- Reynolds, R. I. 1981 Perception of an illusory contour as a function of processing time. *Perception*, **10**, 107-115.
- Rock, I., & Anson, R. 1979 Illusory contours as the solution to a problem. *Perception*, **8**, 665-681.
- Scrivener, S. 1983 Two for the price of one. *Perception*, **12**, 769.
- 高橋晋也 1990 瞬間提示法による主観的輪郭の微小生成過程の検討——誘導図形の見えを手掛りとして——電子情報通信学会技術研究報告(画像工学), **89** (363), 7-12.
- 渡辺武郎・永瀬英司 1989 主観的輪郭形成のメカニズム 基礎心理学研究, **8**, 17-32.
- Watanabe, T., & Oyama, T. 1988 Are illusory contours a cause or a consequence of apparent differences in brightness and depth in the Kanizsa square? *Perception*, **17**, 513-521.