

# 現象特性別にみた Kanizsa 型主観的輪郭の形成過程<sup>1)</sup>

滝 浦 孝 之

(受付 2006 年 5 月 9 日)

本稿で用いられる主観的輪郭の語は、主観的境界だけでなく、その主観的境界により囲まれた面を含む主観的輪郭図形全体を指す。また誘導図形とは、主観的輪郭を誘導する図形全体を構成する個々の要素を指すものとする。

Kanizsa 型主観的輪郭は、境界、明るさの変容、奥行きの変位という 3 つの現象特性を持つことが指摘されている (Kanizsa, 1979)。ここで明るさの変容とは、周囲の領域との間に輝度の物理的な勾配が存在しないにもかかわらず、面が周囲の領域に比べより明るく (より白く)、あるいはより暗く (より黒く) 見えることである。また奥行きの変位とは、周囲の領域との間に奥行き方向の位置の違いが物理的に存在しないにもかかわらず、面が周囲の領域よりも手前あるいは奥側に見えるというものである。誘導図形の輝度が周囲の領域の輝度よりも低い場合、Kanizsa 型主観的輪郭は、通常、明確な境界を有し、周囲の領域よりも明るく、かつ手前に浮き上がって知覚される。

境界、明るさの変容、奥行きの変位という 3 つの現象特性は、同一のメカニズムにより生じるのではなく、別々のメカニズムの働きによるものであることが、誘導図形の空間的距離の効果を検討した Watanabe & Oyama (1988) の研究により推測されている。そしてこれら 3 つの現象特性の関係も繰り返し検討されているが、その結論は研究間で一致をみない。

Watanabe & Oyama (1988) は、境界と明るさ変容、また境界と奥行き変

---

1) 本研究の一部は 2005 年度日本基礎心理学会第 24 回大会において発表された (滝浦, 2006a)。

位の間には密接な関係があると報告した。しかし、個々の誘導図形を継時的に提示して Kanizsa 型主観的輪郭の現象特性の明瞭度を測定した Unuma & Tozawa (1994) は、境界の形成と奥行き変位とが密接に関連し、明るさ変容と奥行き変位との間には関連がなく、また境界と明るさ変容は一部の実験参加者において関連性が示唆されるにとどまると主張した。また誘導図形の種類が Kanizsa 型主観的輪郭における境界の明瞭度、明るさ変容、ならびに奥行き変位の程度に及ぼす効果について調べた Halpern (1981) では、これらの現象特性の関係はかなり複雑であり、その関係は主観的輪郭の形状にも依存することが見出された。

また、現象特性の成立順序に関しても様々な推測が行われている。

Kanizsa (1979) は奥行き変位が境界の成立に先行すると考えた。Kanizsa 自身はこの考えを実験的に検証することはなかったが、Gregory & Harris (1974)、Lawson, Cowan, Gibbs, & Whitmore (1974)、および Whitmore, Lawson, & Kozora (1976) は、主観的輪郭が観察される領域の両眼視差を操作し、面が周囲の領域より手前に変位して見えるほど境界の明瞭度が増加し、面が周囲の領域より奥側に変位して見えると境界の明瞭度は低下することを見出し、Kanizsa 型主観的輪郭の境界は奥行きを持った面の形成の結果であるとした。この結果は、奥行き変位の成立が境界の形成に先行することを示唆するものと考えられる。また、Frisby & Clatworthy (1975)、Jory & Day (1979)、それに Kennedy & Lee (1976) は、誘導図形と周囲の領域との間の対比により局所的な明るさの増強が生じ、それが主観的輪郭の領域全体に拡がって面の明るさ変容を生じさせ、面と周囲の領域との間に主観的な境界を発生させると主張している。この考えによれば、面の明るさ変容が境界形成に先行することになる。一方、Bradley & Mates (1985) は、ナイーブな実験参加者に Kanizsa 型主観的輪郭の境界の知覚を促進させる教示を与えた場合、明るさ変容の報告が増加することを見出し、Kanizsa 型主観的輪郭の知覚にとって、境界の形成が一次的現象であり、それによって明るさ変容が生じると推測した。この主張は境界の形成が明るさ変

容に先行することを示唆するものと解することができる。現象特性の明瞭度に及ぼす誘導図形の空間的距離の効果について調べた Watanabe & Oyama (1988) も、境界の形成が明るさ変容と奥行きの変位の原因であると推測している。

主観的輪郭がどのように形成されるかという問題は、様々な実験法を用いて検討されてきた。それらの方法のうち、主観的輪郭形成の時間的な側面に焦点を当てたものの1つに微小生成過程の分析 (Parks, 1994; Takahashi, 1993) がある。これは誘導図形の提示時間の関数として主観的輪郭の見えの変化を調べるというものである。高橋 (1999) は、この微小生成過程分析の手法を用いた自身の一連の研究のデータに基づいて構成した主観的輪郭形成のモデルの中で、主観的面、明るさ変容、奥行き変位の成立の間に時間的順序を明確に区別した。すなわち、高橋は面形成が主観的輪郭知覚の一次要因であり、明るさ変容と奥行き変位はこの面形成に続く副次的現象であると主張した。彼のモデルでは、境界の形成は主観的面の形成に先立つものとされ、またそれぞれの現象特性は、並列的ではなく直列的に成立すると主張された。

われわれの知る限り、現段階では、この高橋 (1999) により提出されたモデルが、境界、明るさ変容、奥行き変位という Kanizsa 型主観的輪郭の持つ3つの現象特性全ての成立順序と因果関係に関する唯一のモデルである。しかしそこで主張されている現象特性の成立順序は、実験により直接確認されていない。本研究では、微小生成過程分析の手法を用い、誘導図形の提示時間の関数としての Kanizsa 型主観的輪郭の個々の現象特性の成長の様子を相互に比較することにより、この問題に関して検討した。

## 目 的

Kanizsa 型主観的輪郭の持つ、境界、明るさの変容、奥行きの変位という3つの現象特性の成立順序について、微小生成過程分析の手法により検討した。独立変数は誘導図形の提示時間であり、従属変数は個々の現象特性

の知覚的明瞭度であった。また、明るさの変容と奥行きの変位は主として面に対する現象特性と考えられ、主観的輪郭知覚に関する高橋 (1999) のモデルでも、面の形成と他の現象特性の成立との時間的・因果的關係が問題とされていたことから、面の明瞭度も従属変数に追加した。

## 方 法

**実験参加者** 視力ないし矯正視力の正常な大学生22名 (年齢18-21歳) が実験に参加した。全員が視知覚に関する実験に参加した経験を持たず、また本実験の目的を知らされていないかった。

実験参加者は全員、刺激と課題に関する説明を与えられる前に、本実験で使用された誘導図形を定常的に提示され、その見えを自由に報告するよう求められた。その際、全ての実験参加者が、境界、明るさの変容、奥行きの変位という **Kanizsa** 型主観的輪郭の3つの現象特性のいずれかを自発的に指摘した。自発的に報告された現象特性の種類は1ないし2が多く、複数の現象特性が指摘された場合、奥行き変位、明るさ変容の順での報告が比較的多かったが、規則的なものではなかった。

ほとんどの実験参加者において、本実験で観察された明るさの変容とは、主観的輪郭の面が周囲の領域に比べより明るくあるいは白く見えることであり、奥行きの変位とは、主観的輪郭の面が周囲の領域よりも手前側に定位されるというものであった。しかし測定前の自由観察時に、主観的輪郭の面が周囲よりも暗いと報告した者や、周囲よりも引っ込んで見えると報告した実験参加者が少数ながら認められた。同様のケースは **Bradley & Mates (1985)**, **Halpern (1981)**, **Richardson (1979)** によっても報告されている。しかし本研究では、明るさ変容と奥行き変位の方向に関するこのような報告は観察の初期に限定されており、実験終了後の内省では、全ての実験参加者が主観的輪郭の面は周囲の領域よりも明るく、また手前に見えると報告した。

**装 置** 刺激の提示ならびに反応の記録には、14インチ CRT ディスプレ

イ (SANYO CMT-A14U2S) を接続したパーソナルコンピュータ (NEC PC-9821Xa10) が用いられた。ディスプレイのリフレッシュレートは56.4 Hz であった。実験は弱い照明下 (60 lx) で行われた。実験参加者は顎載せ台で顔面を固定し、1 m の距離から刺激を両眼で観察した。

**刺激** 誘導図形は定常提示状態で Kanizsa 型正方形を誘導する黒色 (輝度減分) パックマン4個であった。誘導図形の直径は $2.0^\circ$ であり、主観的正方形の1辺の長さは $3.3^\circ$ であった。誘導図形の提示時間は1, 3, 6, 9, 15, 30, 45, 60フレームであった。誘導図形の消失に同期して、一辺 $0.2^\circ$ の正方形のドットからなる $6.7^\circ$ 四方のランダムドットノイズマスクが刺激全体を覆うように提示された。マスクのドット密度は50%であり、提示時間は28フレームであった。

室内照明下での誘導図形、およびマスクの黒色部分の輝度は $1.4 \text{ cd/m}^2$ であり、誘導図形の周囲の領域、およびマスクの白色部分の輝度は $17.8 \text{ cd/m}^2$ であった。

**手続き** 主観的輪郭の個々の現象特性の明瞭度がマグニチュード推定法により測定された。実験参加者の課題は、定常提示された誘導図形により生じた主観的輪郭の個々の現象特性の明瞭度をそれぞれ10とした場合に、短時間提示された誘導図形に囲まれた主観的輪郭の個々の現象特性の明瞭度をいくつかの数字で表現すればよいか判断し、その数字を口頭で報告することであった。実験者は実験参加者により報告された数字をパーソナルコンピュータのキーボードから入力することにより記録した。

実験参加者は、境界の明瞭度の評定を、誘導図形のV字型の切れ込みの直線的なエッジに対してではなく、そのエッジの延長部分、すなわち2つの誘導図形に挟まれ、主観的輪郭の境界の一部として補間される直線部分に対して行うよう求められた。また明るさの変容と奥行きの変位に対する評定は、主観的輪郭の領域と、誘導図形を除いた周囲の領域との明るさないし白さの差異、あるいは奥行き方向のみかけの距離に対して行うよう求められた。面の明瞭度の評定において、面は、4つの誘導図形に囲まれ、

周囲の領域よりも堅く締まった印象を与える領域と定義された。これらの現象特性は、Kanizsa 型正方形を定常的に提示しながら実験参加者に説明された。また境界と明るさ変容、ならびに奥行きの変位の違いは、Leshner & Mingolla (1993) の Figure 6 と同様の図形を例示して説明された。いずれの現象特性の場合も、明瞭度評定に際しては誘導図形の提示時間の違いは無視するよう教示された。

警告音と同時に、刺激の提示される領域の上下左右に  $1.9^{\circ} \times 0.1^{\circ}$  の黒色線分が 2 秒間提示され、実験参加者はその仮想的な交点を注視するよう求められた。この注視線の消失の 2 秒後に誘導図形が一定時間提示され、その消失に同期してマスク刺激が提示された。試行間隔は 1 秒であった。

1 つのセッションは 4 つのブロックに分けられ、1 つのブロックの中では、境界、明るさの変容、奥行きの変位、面という 4 つの現象特性のうち 1 つについての明瞭度評定が行われた。実験参加者は、常にモジュラスを基準として明瞭度を評定し、個々の評定は他の試行での評定と独立して行うよう教示された。1 つのブロックにおいて、評定は誘導図形の提示時間ごとに 3 回繰り返された。セッションは実験参加者毎に日を変えて 3 度繰り返された。従ってそれぞれの実験参加者で、1 つの現象特性における提示時間ごとの評定値は 9 個であり、その平均値をその実験参加者のデータの代表値とした。1 つのブロック間での現象特性の選択順序、およびブロック内での誘導図形の提示時間のテスト順序はいずれも実験参加者ごとにランダムであった。

いずれの実験参加者に対しても、測定に先立ち 20 分程度の練習期間が設けられた。

## 結 果

誘導図形の提示時間の関数としての、境界 (●), 明るさの変容 (▲), 奥行きの変位 (▼), 面 (○) のそれぞれの現象特性の明瞭度のマグニチュード推定値の平均を Figure 1 に示す。

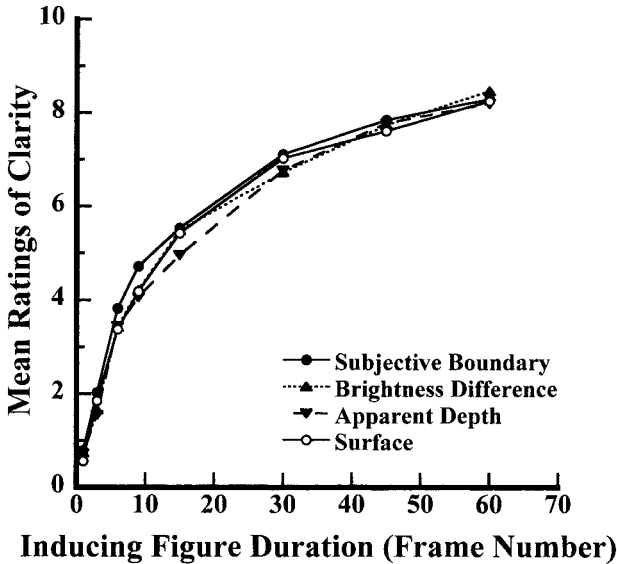


Figure 1. Mean rated clarity of the individual phenomenal characteristic of Kanizsa square for 22 observers. Filled circles represent the results for subjective boundary, triangles for brightness difference, inverted triangles for apparent depth, and open circles for surface of the subjective figure, respectively.

全ての現象特性の明瞭度は、誘導図形の提示時間が1フレームから30フレームへと増加すると急激に、またその後比較的緩やかに増大した。またこの明瞭度の増大は、30フレーム以下では境界で最も大きく、奥行き変位で最も小さい傾向があった。しかしそれらの差は極めて小さかった。明るさの変容と面とで、明瞭度の大小関係は明らかではなかった。

現象特性の明瞭度に関して、4（現象特性の種類）× 8（誘導図形の提示時間）の2要因の分散分析を行ったところ、現象特性の種類 ( $F(3, 63) = 3.56, p < .05$ ), 誘導図形の提示時間 ( $F(7, 147) = 145.45, p < .01$ ) とともに主効果が有意であったが、両者の交互作用は有意傾向であった ( $F(21, 441) = 1.52, p < .10$ )。現象特性の種類に関して *LSD* 法による多重比較を行った結果、誘導図形の提示時間が1フレームでは、面と境界・明るさの変容の

間に有意差が認められた ( $LSD=.17, p<.05$ )。3 フレームでは境界と明るさの変容・奥行きの変位間に有意差がみられた ( $LSD=.34, p<.05$ )。9 フレームでは境界と明るさの変容・奥行きの変位・面の間に有意差がみられた ( $LSD=.48, p<.05$ )。15 フレームでは奥行き変位と境界・明るさの変容・面の間に有意差がみられた ( $LSD=.44, p<.05$ )。また 30 フレームでは境界と明るさの変容・奥行き変位との差が有意であった ( $LSD=.33, p<.05$ )。従って、誘導図形が 30 フレーム以下では、境界の明瞭度が奥行き変位の明瞭度よりほぼ一貫して高く、かつ境界の明瞭度が最も高くなる傾向が認められたといえる。その一方で、明るさの変容、奥行きの変位、面の間に明瞭度の差があるとは統計的に確認できなかった。

## 考 察

本研究の目的は、**Kanizsa** 型主観的輪郭における境界、明るさの変容、奥行きの変位という 3 つの現象特性、および面のそれぞれの成立順序について、微小生成過程分析の手法を用いて明らかにすることであった。実験の結果、境界の成立が最も早いことが示唆されたが、明るさの変容と奥行き変位、および面の成立順序に関しては明確な差が認められなかった。ただし、いずれの現象特性の明瞭度も、誘導図形の提示時間の増加とともに並列的に増大しており、境界の形成と他の現象特性の成立は直列的ではなく、互いに時間的な重なりをもって並列的に行われることが明らかとなった。**Finkel & Sajda** (1992) も、主観的輪郭の境界と奥行き変位とが時間的に大きな重なりをもって成立するというモデルを提出している。

境界の成立が最も早いという結果は、誘導図形の提示直後に逆向マスクを提示しない状態で同様の検討を行った **Takiura** (2006b) でも得られている。また **Takiura** (2006b) でも、奥行きの変位と明るさの変容との間で、成立に時間差が存在することを示す証拠は得られなかった。

**竹本・江島** (1997) は、周波数帯域が 1 オクターブのガボールパッチに対する検出閾は、提示時間が 167 ms の誘導図形に囲まれた **Kanizsa** 型正



方形の境界上で最小となることを報告している。実輪郭近傍に提示されたプローブの閾値の急激な変化は、境界の検出に与るメカニズムによるものと考えられているが (Fiorentini, 1972), 主観的輪郭の場合にも同様の考察が可能ならば、この竹本・江島の結果は、誘導図形の提示時間が 159.3 ms (9 フレーム)<sup>2)</sup> 以下でも主観的輪郭の境界がかなり明瞭に知覚されるという本研究での結果と合致する。

また Figure 1 によれば、誘導図形の提示時間が 17.7 ms - 53.1 ms (1 - 3 フレーム) で、いずれの現象特性も知覚され始めている。一方、実輪郭の提示時間が 10 - 数十 ms 程度で、実輪郭上に提示された円形あるいは矩形のプローブの増分閾が有意に上昇するという報告がある (Lukas, Tulunay-Keese, & Limb, 1980; Novak & Sperling, 1963; Petry, Hood, & Goodkin, 1973)。これらのことから、実輪郭と主観的輪郭とで境界形成の時間的特性がよく似たものであることが示唆される。

本研究の結果は、奥行き変位の生起が境界の形成に先行するとする Gregory & Harris (1974), Lawson et al. (1974), Whitmore et al. (1976) の見解に合致しない。Figure 1 は、主観的輪郭の境界の形成と奥行き変位が同時に開始され、かつ前者の速度が後者の速度より大きいことを示している。Ramachandran (1986) は stereoscopic capture に関する実験結果に基づき、両眼立体視の初期過程は図と地の分節化によって大きな影響を受けると主張したが、主観的輪郭の奥行き変位の生起に関しても、図となる領域の分凝と境界の成立とがその基礎となっていることが、本研究の結果により示された。

Frisby & Clatworthy (1975), Jory & Day (1979), および Kennedy & Lee (1976) は、誘導図形と周囲の領域との間の明るさの同時対比による明るさの増強を主観的輪郭の起源と考えた。彼らによれば、この局所的な明

2) CRT ディスプレイ上の刺激の提示時間を ms 単位で表記することには厳密には問題がある (Bair, 2004; Gawne & Woods, 2003) が、ここでは比較のため 1 フレームの提示時間を 17.7 ms と考えた。

るさの増強が主観的輪郭の領域全体に拡散して面の明るさ変容を生じさせ、面と背景との間に主観的な境界を発生させるという。この説では、明るさの変容が境界の形成に先行するとされる。本研究の結果はこの説も支持しない。局所対比はあくまでも局所的なものであり、それが面の明るさ充填をトリガするとしても、充填された明るさが主観的輪郭の領域内にとどまるのは、予め境界が内的に形成されていたためと見なすべきである。通常、視野内に明暗の急激な勾配が出現すれば、そこに輪郭が発生し、それに囲まれた領域が図として知覚されると考えられている(松田, 1995)。しかし本研究の結果に基づけば、輝度の物理的な勾配を持たない領域に生ずる主観的輪郭では、実輪郭図形とは逆に、境界が面に先行して構築され、それに続いて明るさの充填が生ずると推測される。Bradley & Mates (1985) と Watanabe & Oyama (1988) は、境界の形成が明るさの変容の原因と主張している。

高橋(1999)は、Kanizsa 型主観的輪郭の形成は、境界の形成、面の形成、奥行き変位、明るさ変容の順で行われると推測した。境界が最初に成立するという本研究の結果はこの高橋の推測に一部合致するものの、本研究では明るさの変容・奥行きの変位という2つの現象特性、およびそれらと面との間で成立の順序に明確な違いを見出すことができなかった。その理由として、まずこれら3つの現象特性の成長が並行的である可能性が挙げられる。すなわち、本研究の結果は、主観的輪郭の知覚において、まず境界が形成され、それに続いて明るさの変容・奥行きの変位・面の形成が同時に行われることを示している可能性がある。

しかし本研究では、不適切な教示を与えたことにより、面の明瞭度の測定結果が歪められてしまった可能性も指摘しておかなければならない。本研究では明瞭度評定の対象としての面を、4つの誘導図形に囲まれ、周囲の領域よりも堅く締まった印象を与える領域と定義した。しかしこの定義は操作的といえず、多義的であり、他の現象特性、特に明るさの変容あるいは奥行きの変位と混同して明瞭度の評定が行われてしまった可能性を除

外することはできない。また主観的輪郭における面自体が、その性質上、明るさの変容や奥行きの変位と明確に区別できるものではなく、本研究で用いられた測定法では、それらの現象的特性から面を知覚的に分離することが困難であったことも考えられる。これらの推測を支持する実験参加者の内省も得られている。

また、明るさの変容と奥行き変位の明瞭度評定においても、評定対象間に混同が生じていた可能性がある。本研究では、同一実験参加者が1つのセッションにおいて全ての現象特性に対して明瞭度評定を行った。実験参加者には明瞭度評定を試行毎に独立して行うようにとの教示が与えられてはいたものの、それは実際には必ずしも容易ではなかった。従って当該ブロックで評定対象として指定されていない現象特性の明瞭度を誤って評定してしまうケースが増加し、結果的に明るさの変容と奥行きの変位の明瞭度評定値の間に差が認められなかったのかもしれない。この評定対象間の混同の問題は、現象特性ごとに異なる実験参加者を評定に参加させることで解決が可能である。今後この点を改善した実験を行う必要がある。

江草(2006)は、逆向マスクなしの事態でマグニチュード推定法を用いて本研究と同様の実験を行い、Kanizsa 型主観的輪郭の境界と奥行き変位の明瞭度が誘導図形の提示時間とともに増大することを見出した。これは本研究と Takiura (2006b) の結果と合致する。しかし江草の実験では、誘導図形の提示時間が 20 - 1000 ms の範囲で明るさの変容の生起はほとんど認められず、誘導図形の提示時間が 17.7 - 1063.8 ms の範囲で誘導図形の提示時間の増加に伴う明るさの変容の増大を観察した本研究の結果と符合しない。また、主観的輪郭の白さ (lightness) をマンセル色票の無彩色系列とのマッチングにより測定した吉本らの一連の研究(堀内・高木・吉本・前田, 2003; 吉本・高木, 2004, 2005; 吉本・高木・堀内・前田, 2002)では、誘導図形が 50 ms から最長で 800 ms へと増加するのに伴い、主観的輪郭の白さはほとんど変化しないか、むしろ減少する傾向があった。ただしこの場合、誘導図形に N 7.5 のマンセル色票を用いた条件では、誘導図形の提

示時間が 50 ms の場合と誘導図形を定常的に提示した場合とで、主観的輪郭の白さはほぼ等しかった。一方、吉本らと同様の実験を行った谷本 (2002) では、誘導図形の提示時間が 50 ms で、主観的輪郭の白さは誘導図形を定常的に提示した場合と同じ水準に達した。さらに、主観的輪郭の知覚確率を測定した高橋 (1990) のデータは、その測定手続きに関する記述から推測して、誘導図形の提示時間の増加に伴い、境界の明瞭度とともに明るさの変容も増大し、それらは誘導図形の提示時間が 300 ms 程度で定常的に提示された誘導図形に対するものと等しいレベルに達することを示唆するものと考えることができる。この高橋の結果は本研究および Takiura (2006b) の結果と類似している。

明るさあるいは白さの変容に関するこれらの研究間での結果の不一致の原因は明らかでない。本研究ではナイーブな同一の実験参加者が 1 つのセッション中で全ての現象特性の明瞭度評定に参加したため、前述のように明るさの変容の明瞭度評定を行うべき試行で、誘導図形の提示時間とともに明瞭度を増す他の現象特性との混同が生じた可能性が指摘できるかもしれない。しかしこの点は江草の実験でも同様であり、これが矛盾の決定的な原因とは考えにくい。

本研究では、誘導図形の周囲の領域が白色で、黒色の誘導図形とのコントラストが高かったのに対し、他の研究者の実験では、誘導図形の周囲の領域が灰色であり、誘導図形と周囲の領域とのコントラストが比較的低かった<sup>3)</sup>。このコントラストレベル、あるいは誘導図形の周囲の白さのレベルの違いが、明るさの変容の成長に関して結果に何らかの影響を与えている可能性は否定できない。従って今後この問題に関する検討が必要である。

また本研究と江草の研究ではマグニチュード推定法が用いられていたのに対し、吉本らの研究と谷本の研究ではマッチング法が用いられていた。

3) 吉本らの研究と谷本の研究では刺激の輝度が全く報告されていない。しかし彼女らの用いた実験装置の特性から、これらの研究でも誘導図形と周囲の領域とのコントラストが比較的低かったと考えてよいように思われる。

一般に精神物理学的測定法は、マッチングなど、弁別に基礎を置いたものの方がマグニチュード推定法より厳密であるとされており、測定法の違いという観点からも結果の違いの原因について考察する必要がある。Bowen & Pokorny (1978) は、持続時間の異なる刺激を継時的に提示し、どちらの刺激がより明るく感じられたかを実験参加者に強制選択させるという方法で、ディスク光の持続時間が見かけの明るさに及ぼす効果について検討し、明るさマッチングやマグニチュード推定法による従来の知見を確認する結果を得た。彼らの用いた方法は、マッチング法よりも明るさの差異の検出感度が高いと考えられるため、彼らの方法と同様の方法を用いることで、誘導図形の提示時間が主観的輪郭の明るさ変容に及ぼす効果をより正確にとらえられる可能性がある。

本研究の結果からは、Kanizsa 型主観的輪郭の形成における諸現象特性の発生順序に関する高橋 (1999) のモデルは、一部が支持されるにとどまった。今後は上で指摘された問題点を改善し、主観的輪郭の個々の現象特性の関係をさらに詳しく検討する必要がある。

#### 引用文献

- Bair, W. (2004). No doubt about offset latency. *Visual Neuroscience*, *21*, 671–674.
- Bowen, R. W., & Pokorny, J. (1978). Target edge sharpness and temporal brightness enhancement. *Vision Research*, *18*, 1691–1695.
- Bradley, D. R. & Mates, S. M. (1985). Perceptual organization and apparent brightness in subjective contour figures. *Perception*, *14*, 645–653.
- 江草浩幸 (2006). 主観的輪郭現象の諸属性に及ぼす提示時間および輝度差の効果基礎心理学研究, *24*, 240.
- Finkel, L. H., & Sajda, P. (1992). Object discrimination based on depth-from-occlusion. *Neural Computation*, *4*, 901–921.
- Fiorntini, A. (1972). Mach band phenomena. In D. Jameson, & L. M. Hurvich (Eds.), *Handbook of sensory physiology. Volume VII/4. Visual psychophysics* (pp. 188–201). New York: Springer.
- Frisby, J. P., & Clatworthy, J. L. (1975). Illusory contours: curious cases of simultaneous brightness contrast? *Perception*, *4*, 349–357.

- Gawne, T. J., & Woods, J. M. (2003). Video-rate and continuous visual stimuli do not produce equivalent response timing in visual cortical neurons. *Visual Neuroscience*, 20, 495-500.
- Gregory, R. L., & Harris, J. P. (1974). Illusory contour and stereo depth. *Perception & Psychophysics*, 15, 411-416.
- Halpern, D. F. (1981). The determinants of illusory-contour perception. *Perception*, 10, 199-213.
- 堀内良治・高木敬雄・吉本美穂・前田総持 (2003). 分節された誘導野が錯視的輪郭に及ぼす効果 日本心理学会第67回大会発表論文集, 534.
- Jory, M. K., & Day, R. H. (1979). The relationship between brightness contrast and illusory contours. *Perception*, 8, 3-9.
- Kanizsa, G. (1979). *Organization in vision: essays on Gestalt perception*. New York: Praeger.
- Kennedy, J. M., & Lee, H. (1976). A figure-density hypothesis and illusory contour brightness. *Perception*, 5, 387-392.
- Lawson, R. B., Cowan, E., Gibbs, T. D., & Whitmore, C. G. (1974). Stereoscopic enhancement and erasure of subjective contours. *Journal of Experimental Psychology*, 103, 1142-1146.
- Leshner, G. W., & Mingolla, E. (1993). The role of edges and line-ends in illusory contour formation. *Vision Research*, 33, 2253-2270.
- Lukas, F. X. J., Tulunay-Keeseey, Ü., & Limb, J. O. (1980). Thresholds at luminance edges under stabilized viewing conditions *Journal of the Optical Society of America*, 70, 418-422.
- 松田隆夫 (1995). 視知覚 培風館
- Novak, S., & Sperling, G. (1963). Visual thresholds near a continuously visible or a briefly presented light-dark boundary. *Optica Acta*, 10, 187-191.
- Parks, T. E. (1994). On the microgenesis of illusory figures: a failure to replicate. *Perception*, 23, 857-862.
- Petry, S., Hood, D. C., & Goodkin, F. (1973). Time course of lateral inhibition in the human visual system. *Journal of the Optical Society of America*, 63, 385-386.
- Ramachandran, V. S. (1986). Capture of stereopsis and apparent motion by illusory contours. *Perception & Psychophysics*, 39, 361-373.
- Richardson, B. L. (1979). The nonequivalence of abrupt and diffuse illusory contours. *Perception*, 8, 589-593.
- 高橋晋也 (1990). 瞬間呈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.

- Takahashi, S. (1993). Microgenetic process of perception of subjective contour using "self-sufficient"-inducing pattern. *Perceptual and Motor Skills*, *77*, 179-185.
- 高橋晋也 (1999). 主観的輪郭知覚のメカニズム 名古屋大学文学部研究論集, *135*, 哲学編45, 139-149.
- 竹本篤史・江島義道 (1997). 主観的輪郭に伴う輝度一様領域での検出感度変化 日本心理学会第61回大会発表論文集, 533.
- 滝浦孝之 (2006a). Kanizsa 型主観的輪郭の諸特性の微小生成過程の研究 基礎心理学研究, *24*, 230.
- Takiura, T. (2006b). Temporal characteristics of the subjective contour formation: a preliminary report. *Tohoku Psychologica Folia*, *65*, in press.
- 谷本聖和 (2002). 錯視的輪郭の微小生成過程における誘導野の検査野に及ぼす明度効果 広島修道大学卒業論文
- Unuma, H., & Tozawa, J. (1994). Perception of illusory contour and spatio-temporal integration in the visual system. *Japanese Psychological Research*, *36*, 188-194.
- Watanabe, T., & Oyama, T. (1988). Are illusory contours a cause or consequence of apparent depth in the Kanizsa square? *Perception*, *17*, 513-521.
- Whitmore, C. L. G., Lawson, R. B., & Kozora, C. E. (1976). Subjective contours in stereoscopic space. *Perception & Psychophysics*, *19*, 211-213.
- 吉本美穂・高木敬雄 (2004). 錯視的輪郭における明るさ充填の成立過程 日本心理学会第68回大会発表論文集, 514.
- 吉本美穂・高木敬雄 (2005). フィリング・インの個人差に関する大脳半球機能差の検討 日本心理学会第69回大会ワークショップ カニツァ錯視への多様なアプローチ スライド発表資料
- 吉本美穂・高木敬雄・堀内良治・前田総持 (2002). 明度充填におよぼす大域的-局所的要因と視野呈示要因の効果 中国四国心理学会論文集, *35*, 5.

## Summary

### Temporal Development of Subjective Contour

Takayuki Takiura

The subjective contour of Kanizsa type has been pointed out to have three phenomenal characteristics, that is, subjective boundary, brightness difference and apparent depth. The present experiment investigated on the development of these phenomenal characteristics and subjective surface with the increase of the viewing time. The result suggested that the formation of the subjective boundary was the fastest.