

主観的輪郭知覚のメカニズム

高 橋 晋 也

1. 主観的輪郭錯視の特異性・多次元性

Schumann (1990) により最初に記述され, Kanizsa (1955) により初めて組織的な分析がなされた主観的輪郭 (subjective contour) あるいは錯視的輪郭 (illusory contour) と呼ばれる錯視現象 (Fig. 1) は, Coren (1972) ならびに Gregory (1972) によって Kanizsa (1955) の研究が広く英語圏に紹介されて以来, たちまちにして視知覚研究の一つの主要テーマとしての地位を築き上げてきた。その間, おそらくは1,000件に近い学術論文^{注1}が世界各国で発表され, 研究

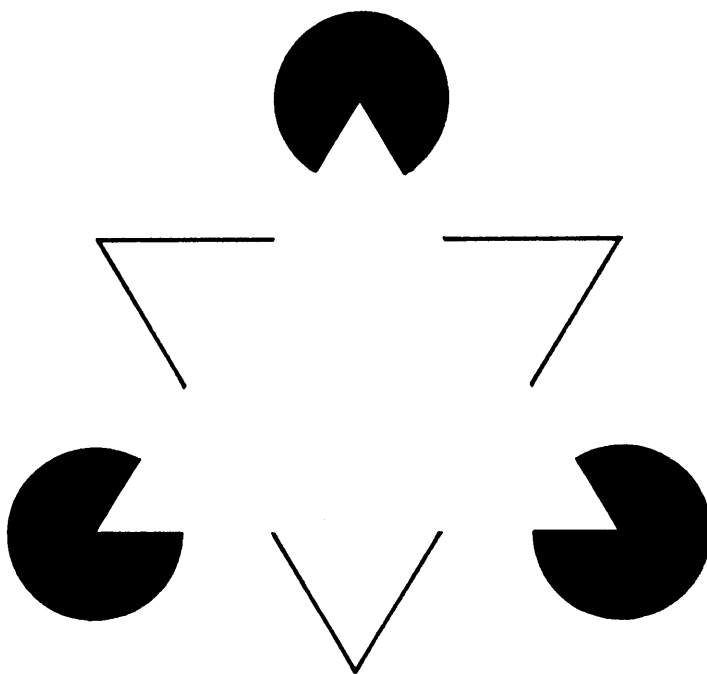


Fig. 1 "Kanizsa triangle" (Kanizsa, 1955)

注1 1900年から1990年までの主観的輪郭研究の bibliography を作成した Purphé & Coren (1992) は, 該当期間の論文数 (雑誌論文, 書籍, 非公刊論文等) として445件という数字を示している。

時期の節々でレビューが報告され、また1985年には米国 Adelphi 大学にてこの問題専門の国際会議が開催されている。視知覚研究の領域において、この四半世紀間の主観的輪郭の扱われ方はまさに破格であった。では、なぜそれほどまでにこの錯視は研究者を惹きつけたのであろうか。世界中の視覚研究者を“パックマン・ゲーム”に巻き込むことになった理由とはいかなるものであろうか。

一つの理由としては、他の多くの錯視現象と一線を画すこの錯視の特異性が指摘されよう。すなわち、幾何学的錯視をはじめとする多くの錯視現象が「物理的に存在する特性の歪み」を生じさせるのに対して、主観的輪郭の場合、「物理的に存在しない特性」が現れるという点で際立って異なる性質を示している。錯視現象の分類については別の機会に論じてみたいと思うが、透明視現象 (phenomenal transparency) などとともに、筆者が“体制化錯視 (illusion of visual organization)”と名付けるところのこの主観的輪郭錯視は、所与の感覚情報のきわめて力動的な再体制化 (reorganization) の作用に由来する錯視現象と位置づけられる。

そして、上述の特異性と並ぶ、あるいはそれ以上の学術的魅力は、この錯視がもつ多次元性である。Kanizsa (1955) が早くから明確に指摘したとおり、Fig. 1 のような典型的な刺激条件において、我々は、物理的刺激勾配の存在しない領域に、①明確なエッジで囲まれた面を知覚し、②その面の奥行き的な層化を知覚し (Fig. 1 では周辺領域よりも手前に見え)、さらに、③面内部の明るさの変容を知覚する (Fig. 1 では周囲の等輝度白色領域に比べ、より明るく、より白く見える)。つまり、“Kanizsa triangle”と通称される Fig. 1 のパターンは、主観的な面形成、奥行きの変位、明るさの変容、という次元の異なる3種類の錯視効果を同時に示しており、それらの効果を総合した視覚現象を指して主観的輪郭という錯視名が用いられるのである。このことは、主観的輪郭という一つの錯視現象へのアプローチが、面の知覚 (図一地分化、あるいは視覚体制化)、奥行き知覚、明るさ知覚、という視知覚研究におけるいずれも重要な基礎的問題の統一的理解への道を開く可能性を示唆している。

しかしながら、このような主観的輪郭の現象的多次元性は、一方では、この錯視を説明しようとする諸理論の間での不要な (回避可能な) 論戦の一因ともなった。具体的に述べるならば、とくに研究史前期においては、実際には主観的輪郭という総合的錯視現象の一側面を説明するに過ぎない理論が、あたかも現象全体を説明するかのごとき主張をもって数多く提出され、それらが、本来は守備範囲外であるはずの相手方の論理的弱点を相互批判し続けた経緯が認められる。それは典型的には、自説と相容れない他理論では説明困難な新パターンのデモンストレーション合戦という議論スタイルでなされてきた。実際に、既存の理論では扱いきれない新パターンの開発という研究手法は、主観的輪郭研究においては、もっとも有効な自説主張手段の一つであった。そのような研究が、一方で広く視知覚全般の理解への貢献を果たしたことは認めるとしても、他方では、主観的輪郭という共通の名の下にあたかも無批判に現象の適用範囲を拡大させ、前提として研究者が共有すべき現象の定義を混乱させたことも否定できないのである。

2. 個別的現象特性とその因果関係

前節で述べたような研究経緯の中で、とくに1970年代は、この錯視現象の成立メカニズムを説明しようとする理論が様々な立場から提出され、華々しい論戦が繰り広げられた。それは、まさしく“パックマン・ゲーム”の佳境とも言うべきエキサイティングな時代であり、視覚研究の権威と目される著名な研究者達がことごとく“ゲーム”へと誘い込まれていった。明るさの同時対比理論、特徴検出器の部分的活性化理論、空間周波数フィルタリング理論、“非感性的完結化”理論、奥行き手がかり理論、認知的仮説構成理論などとししばしば分類されるこれらの諸理論^{注2}は、前述のとおり、それぞれ固有の“持ち場”をもつ専門化された理論であり、主観的輪郭知覚の全体像の中の一部を説明する理論であった。一例を挙げるならば、Coren (1972) が端緒を開いた奥行き手がかり理論は主観的輪郭の奥行き変位を説明しようとする理論であり、その部分における主張の是非を問わず、たとえば「明るさ変容はなぜ生じるのか」といった議論を吹き掛けてみたところで、その批判は「奥行き変位の説明」という Coren 理論の根幹までは届かないのである。したがって、本来これらの諸理論は真っ向から理論対立すべき性質のものではなく、むしろ相互補完的に統合され、主観的輪郭知覚の総合的理論へ組み込まれるべきものであった。前節で「不要な論戦」と述べた真意はここにある。

ただし、これらの理論対決を、主観的輪郭知覚における個別的現象特性（面形成、奥行き変位、明るさ変容）の“因果関係”に関する論戦と捉えることはできる。すなわち、現象特性間での“priority 争奪戦”である。たしかに、各理論は、それぞれが“持ち場”とする個別的現象特性が「全体としての主観的輪郭知覚の1次要因である」という主張を、明示的あるいは暗示的に包含していた。たとえば、明るさの同時対比理論では、「側抑制メカニズムによる局所的な明るさ対比が主観的輪郭知覚の“原因”であり、面形成や奥行き変位はその“結果”として明るさ変容に引き続いて生じる」と説明される。同様に、“非感性的完結化”理論や認知的仮説構成理論では面形成（図一地反転による視覚的再体制化）が、奥行き手がかり理論では奥行きの変位（“重なり”手がかりによる層化）が、それぞれ主観的輪郭知覚の1次要因であると見なされている。

しかしながら、そのような個別的現象特性間の“因果関係”を、各理論がそれらの現象特性を説明する際の理論的妥当性を基準として評価することは誤りである。“持ち場”そのものの説明の妥当性と、“持ち場”間での優先権争いの説明の妥当性は、別個に評価されるべき異質な問題であろう。たとえば、かりに明るさの同時対比理論が明るさ変容という個別的現象特性に対して文句の付けようのない完璧な説明を与えたとしても、そのことをもって「明るさ変容が主観的

注2 これらの諸理論については、Halpern (1981), Parks (1984), Pritchard & Warm (1983), Rock & Anson (1979), 竹市 (1994), 渡辺・永瀬 (1989) などの文献に体系的に記述されている。

輪郭知覚の1次要因である」と主張する直接的な根拠にはならない。現象特性間の因果関係とは主観的輪郭知覚の全体像に関わる問題であり、当然のこととして、それを評価する上では現象全体を視野に入れなければならない。

上述の問題には、それぞれの現象特性を生じさせるメカニズムの相互独立性という、もう一つ別の問題が絡んでくる。具体的には、ある特定の現象特性が他と独立に消失したり、あるいはその強度が他と独立に変化することを示すデモンストレーションや実験的研究が、これまでに多数報告されているのである。一例を挙げるならば、Parks & Marks (1985) は、刺激条件の操作に伴う奥行き変位と明るさ変容の変化量の間の相関がきわめて低いことを示している。このことは、すなわち、面形成、奥行き変位、明るさ変容という個別的現象特性の知覚成立を直接的に担うメカニズムが相互に独立している、あるいは少なくとも、相互に独立した過程を含んでいることを明示している。したがって、ある特定の現象特性の説明が他の現象特性の説明に必ずしも直結しないし、ましてやそれらの総体としての主観的輪郭知覚全体の説明にはならないということである。

3. 主観的輪郭知覚の認知的仮説構成理論

前節での議論を踏まえ、これまでの主観的輪郭研究ならびに関連分野における諸研究を総括した上での結論として、筆者は「主観的輪郭は本質的に視覚体制化による錯視現象である」と考えている。ここでいう「視覚体制化」とは、観察者による物理的刺激情報の再構成のことであり、Fig.1 で言えば、「3個の扇形（パックマン）と3個のV字線画がそのような刺激配置で存在している」という原構成^{※3}を棄却し、「不透明な三角形（主観的面）が3個の円盤と倒立した線画三角形の一部を覆い隠している」という再構成を採用する一連の心的過程を指している。これは、具体的には物理的刺激情報の図—地反転、すなわち、本来「図」として知覚されるべき扇形およびV字線画を、主観的面に対する「地」として見る視覚的な「再体制化（reorganization）」の過程として理論化される。

以上の見解は、先に述べた個別的現象特性間の因果関係という視点から換言するならば、「面形成が主観的輪郭知覚の1次要因であり、奥行き変位や明るさ変容は、面形成に続く副次的現象である」という主張になる。この「面形成1次要因説」を主張する理論としては、Kanizsa (1955, 1979) による「非感性的完結化」理論と Gregory (1972) が先鞭をつけた認知的仮説構成理論を挙げることができる。このうち、Kanizsa の理論は、彼が「非感性的完結化（amodal completion）」と呼んだ一種のゲシュタルト要因で面形成（図—地反転）を説明したものであったが、その後、この要因が面形成過程に必ずしも必要な条件ではないことが相次いで指摘され、

※3 Rock & Anson (1979), Rock (1983) 等では「刺激そのままの記述（literal description）」と呼ばれる。

その理論的修正を余儀なくされるに至った。一方, Gregory (1972) の理論は, Kanizsa 理論や Coren (1972) らによる奥行き手がかり理論を広く取り込んだ総合的トップダウン理論とも呼ぶべきものであり, その理論的源流は Helmholtz の “無意識的推論 (unconscious inference)” に遡ると言われている。

Gregory (1972) は, 主観的輪郭を, 「物理的な刺激条件に含まれる感覚情報に基づき我々の視覚系が構成する “対象仮説 (object hypothesis)”」として捉え, それが本質的にトップダウン的 (概念駆動的) な処理過程の産物であることを論じた。しかしその主張は, 「主観的輪郭は認知的に構成された仮説である」というきわめて抽象的なものであり, 現実的な実験研究によって検証し得る性質のものではなかった。これに対し, 具体的な実験結果に基づき “認知的仮説構成” の主要因ならびにその知覚処理過程の様相を検討し, Gregory (1972) が提起した抽象的命題を精緻に理論化したものが Rock & Anson (1979) による “解決—検証理論 (solution-testing theory)” あるいは “2 段階理論 (two-stage theory)” である。

Rock & Anson (1979) による理論の詳説については他稿に任せることとし, ここでは, その骨子のみを簡潔に説明するにとどめる。まず第一に, この理論では, 主観的な面形成 (図—地反転) を主観的輪郭知覚の1次現象と捉え, 奥行き変位や明るさ変容は, 面形成の結果として生じる副次的現象と位置づける。そして, 面形成を生起させる要因として, 刺激パターン中に含まれる “不完結性 (incompletion)”, “連続性 (alignment)” という2種の図形手がかり, および観察者の主体的要因としての “心的構え (mental set)” を指摘する。このうち, “不完結性” は Kanizsa 理論における “非感性的完結化” とほぼ符合する概念であり, “連続性” は「実在エッジ (誘導扇形のV字エッジ) の相互連続的配列の偶然性を棄却し, 別対象 (主観的面) の外輪郭の一部と見なす」という仮説的心理作用である。以上の知覚処理が, 彼らが “解決—発見ステージ” と名付ける第1過程で生じ, 主観的面構成による刺激情報の再体制化という “認知的仮説” が構成される。この仮説は, つぎに “解決—検証ステージ” と呼ばれる第2過程で, 全体的刺激布置に対する整合性の検査を受け, その結果次第で最終的な知覚内容が決定されると説明される。

4. 主観的輪郭知覚の微小生成過程

筆者はこれまで, 刺激パターンの瞬間呈示という実験手法を用い, 主観的輪郭知覚の “微小生成過程 (microgenetic process)” の分析を進めてきた。微小生成過程とは, 時間的縮減事態での現象観察を通じて明らかにされる, 刺激入力から視覚現象成立へ至るまでの知覚処理過程の時間的経過 (time course) である。以下, 本節では, 筆者のこれまでの研究成果を概説し, 次節で提起される主観的輪郭知覚の “3 要因モデル” の理論的基盤を示す。

まず, 典型的な “Kanizsa triangle” 型の刺激パターン (Fig.1 から3個のV字線画を除去したパターン) を瞬間呈示 (10~300ms) し, 呈示時間条件ごとの主観的輪郭および誘導扇形の知

覚率を分析した。実験の結果、全般的に主観的輪郭の知覚率は誘導扇形の形態の知覚率を上回り、「誘導図形の形態が十分に知覚されない条件下でも主観的輪郭が知覚され得る」ことが示された。また、その場合の誘導扇形の見え方の詳細な分析より、このような条件下で主観的輪郭知覚を生じさせる図形手がかりが“連続性”であること、すなわち、“連続性”手がかりが“不完結性”手がかりよりも時間的に先行して作用するという可能性が示唆された（高橋，1990）。

つぎに、上記研究より示唆された図形手がかりの作用の順序性に関する仮説を検証するため、それぞれの図形手がかりの相対的強度を操作した刺激パターンを用いて同様の瞬間呈示実験（刺激呈示時間；10～70ms）を行った。その結果，“連続性”が主要手がかりとして作用するパターンにおいては，“不完結性”が主要手がかりとなるパターンに比べ、より短い刺激呈示時間で主観的輪郭知覚が達成されることが明らかにされた。この時間差はそれぞれの図形手がかりの作用潜時の差を反映するものと解釈されるため、先行研究より導かれた「“連続性”手がかりの先行作用」という仮説は支持、検証された（高橋，1991）。

さらに，“連続性”手がかりの先行作用の様相をより詳細に分析することを目的として，“自己充足パターン”を用いた瞬間呈示実験を行った（刺激呈示時間；10～70ms）。“自己充足パターン”とは、各誘導図形要素（この実験では十字型）が形態的に十分な完結性をもち、“不完結性”手がかりが存在しないパターンであり、通常の観察事態では主観的輪郭知覚を生じさせないものである。実験の結果、そのような“自己充足パターン”でも、知覚処理過程の初期段階（刺激呈示時間では30～40ms）においては、現象強度としては弱いものながら主観的輪郭知覚が生じることが明らかにされた。この結果は，“連続性”手がかりの単独作用による主観的輪郭知覚の可能性を示すとともに、両手がかりの作用潜時の差が「オンセット潜時の差」ではなく「ピーク潜時の差」を反映するものであることを示唆した（Takahashi, 1993）。

以上の一連の研究は、Rock & Anson (1979) の“解決—検証理論”における“解決—発見ステージ”での知覚処理の詳細な様相を明らかにしたものであるが、一方の“解決—検証ステージ”に関しては、彼ら自身が提案したものと同様の“ノイズ入りパターン”を用いた瞬間呈示実験（刺激呈示時間；30～400ms）によってその理論的な妥当性を検討した。その結果、パターン中の誘導図形成分とノイズ成分とは同時的・並列的に処理されている可能性が大きいことが示され、Rock & Anson (1979) や、筆者と同様に微小生成過程を検討した Reynolds (1981) が主張したような、2段階の処理ステージの継時的・直列的關係については疑問が投げられた（Takahashi, 1994）。

5. 主観的輪郭知覚の“3要因モデル”

前節で説明した主観的輪郭知覚の微小生成過程の分析結果、ならびに他の関連諸研究の成果を踏まえ、ここで筆者は、Fig. 2 に模式化されるような主観的輪郭知覚の“3要因モデル”を提起する。このモデルの基本的主張は以下の2点に要約される。

- 1) 面形成→奥行き変位→明るさ変容という順序で、3種の個別的現象が継時的に生起する。
- 2) 3種の個別的現象を生起させる直接的原因として、面形成に対しては「"連続性" 手がかりによる領域分割」、奥行き変位に対しては「"不完結性" 手がかりによる層化」、明るさ変容に対しては「図—地対比効果」をそれぞれ想定する。

ここで「図—地対比効果」とは、「図は地に比べ、隣接領域からの対比をより強く受ける」という「Wolff effect」に代表される、いわば「視覚体制化に依存した明るさ対比効果」であり、Bradley & Dumais (1975), Rock & Anson (1979) など、とくに認知的仮説構成理論の立場から主観的輪郭における明るさ変容を説明する際にしばしば引用される概念である。

以下、Fig. 1 に示されるような典型的な「Kanizsa triangle」型の主観的輪郭知覚を例に取り、「3要因モデル」における知覚処理の流れを説明しよう^{注4}。

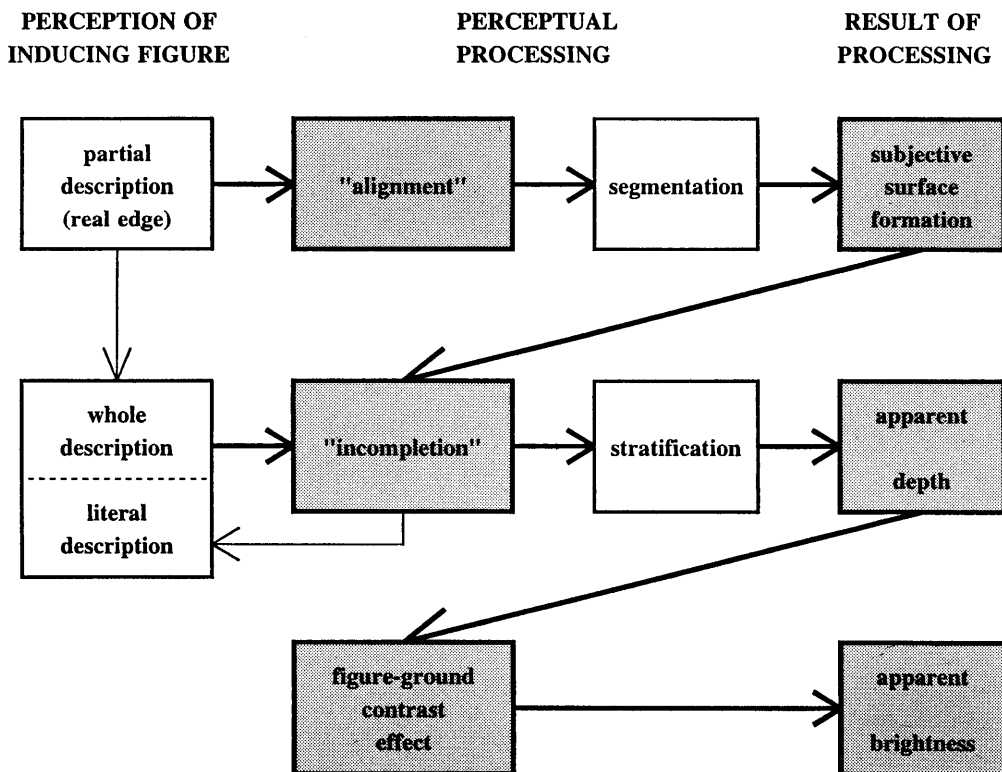


Fig. 2 "Three-factor model" of subjective contour perception

注4 ただし、ここでは説明の簡略化のため、3個のV字線画は存在しないものとして議論する。

まず、Fig. 1 に描かれるような刺激情報が入力されると、視覚システムは、実在V字エッジの現象的連続配列性（“連続性”手がかり）を検出することにより、面形成処理を進行させる。ここでいう面形成とは、「物理的に均質な領域から主観的な面を切り出す」という“領域分割(segmentation)”の作用を意味し、切り出された面の相対的な奥行き関係や明るさ関係に関する決定は行わない。無論、最終的に意識化される知覚対象としては、「奥行きも明るさも周辺領域と区別されない面」は存在し得ないわけであるが、ここでは、知覚処理過程の中段階においてそのような面が暫定的に存在することを仮定する。

主観的に切り出された面は、ついで、各誘導図形要素（扇形）の形態の現象的不完結性（“不完結性”手がかり）の作用によって奥行き変位を生じさせる。これは、具体的には、主観的な面と周辺領域との間の“層化(stratification)”に関する知覚決定プロセスであり、“Kanizsa triangle”においては、主観的に切り出された三角形の面が、誘導図形や周辺白色領域よりも手前に層化されることになる。ここで指摘すべきことは、この層化決定を進行させる“不完結性”手がかりの作用は、刺激情報としての誘導図形の形態知覚がほぼ達成された後に開始される（図中“whole description”）ということであり、前述の“連続性”手がかりが、それより初期の段階で、V字エッジの連続的配列の検出後にただちに作用すること（図中“partial description”）と対比され得る。この“partial description”と“whole description”との処理時間の差が、筆者の研究から明らかにされてきた“連続性”手がかりと“不完結性”手がかりの作用潜時の差に他ならない。

“連続性”手がかりによって切り出され、“不完結性”手がかりによって層化された面は、最

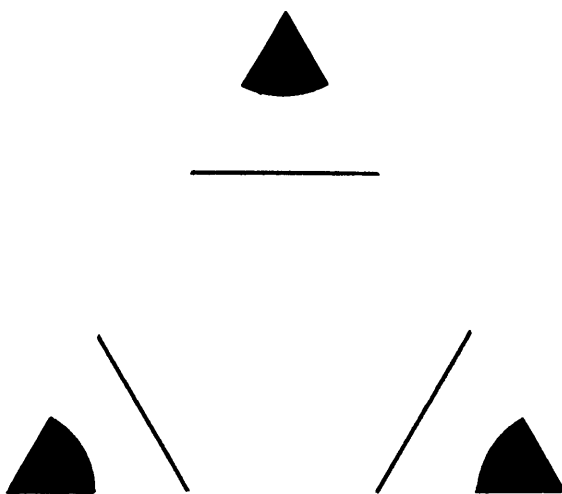


Fig. 3 “reciprocal Kanizsa triangle” (Kennedy & Lee, 1976)

後に、“図—地対比効果”の作用で明るさ変容を生じさせる。ここで注意すべき点は、この明るさ変容の方向性、すなわち“対比(contrast)”方向か“同化(assimilation)”方向かは、前段の奥行き変位の方向性、すなわち前進層化か後退層化か、に直接的に規定されるということである。たとえば、Fig. 1 のパターンでは主観的面は観察者に近い位置に前進層化されるため、いわゆる“図(figure)”としての性格を獲得し、黒色の誘導図形からの対比を受け、より白く、より明るく、さらに言えば、より固く、より強く引き締まった知覚印象を与える。ところが、Fig. 3 に示される“相反パターン(reciprocal Kanizsa triangle)”では、中央部の三角形領域はFig. 1 と正反対の知覚印象を生じさせる。“3要因モデル”にしたがえば、このパターンにおける主観的面は、第1段階の面形成処理についてはFig. 1 とまったく同じ知覚処理を受けるが、第2段階の奥行き変位の処理過程においてFig. 1 のケースとは反対に後退層化されるため、「より暗く、ぼやけて見える」という“地(ground)”の性質が与えられると考えられる。

以上、主観的輪郭知覚のメカニズムとして筆者が提案する“3要因モデル”について簡潔に説明してきた。このモデルの最大の特徴は、面形成、奥行き変位、明るさ変容という個別の現象特性の知覚処理過程、およびそれぞれの知覚処理を駆動させる直接的原因を明確に区別している点にあり、その意味において、Halpern (1981)、渡辺・永瀬(1989)等が主張する、主観的輪郭知覚の“多要因理論(multiple determinants theory)”の範疇に含まれるものと考えられる。

6. 今後の展望

本稿では、まず主観的輪郭錯視の錯視現象としての特異性および多次元性を述べ、そのような現象の特徴と関連づけつつ、四半世紀にわたる研究経緯を、諸説の理論対立を中心に概観した。ついで、この現象を説明する多様な理論の中でもっとも説明力があると思われる認知的仮説構成理論、とりわけその代表格と位置づけられるRock & Anson (1979)の“解決—検証理論”を紹介した。最後に、微小生成過程の分析による筆者のこれまでの研究成果を概観した上で、主観的輪郭知覚を総合的に説明する“3要因モデル”を提示した。この“3要因モデル”は、一面においてはRock & Anson (1979)のモデルを修正発展させたものとも見なせるが、とくに面形成、奥行き変位、明るさ変容という個別の現象特性を、それらの直接的生成因までを含め明確に区別して論じた理論は、筆者の知る限りにおいてはこれまでになかったものであり、その意味では、Rock & Anson モデルとは別次元の位置づけが与えられてよいものである。

前述のとおり、“3要因モデル”は、基本的には主観的輪郭知覚の微小生成過程の分析結果より論理的に導かれたものである。とくに、その一つの根幹を支えている実証的根拠は、「“連続性”手がかりが“不完結性”手がかりに先行して作用する」という、筆者が繰り返し確認してきた実験結果である。このような研究知見は通常の観察事態からは決して導かれ得ないものであり、最終的知覚対象の成立に至る“時間経過”の分析ならでの成果と言えよう。

しかしながら、“3要因モデル”を全体として見た場合、このモデルが「仮説的理論」の域を

出ないこともまた事実である。実証がまだ不十分な点はモデルの全般に認めざるを得ないが、とくに重要な検討課題として指摘される点は「明さ変容」を説明する「図一地対比効果」であろう。「図は地に比べ、隣接領域からの影響をより強く受ける」という説明はあまりにも抽象的な現象記述に過ぎず、そもそも「図一地対比効果」の現象としての本質は何か、その生理学的対件はいずれの知覚処理水準に求められるのか、現象生起もしくは現象強度を規定する要因はどのようなものか、等々の諸問題に十分な回答が与えられていない。これらの問題を解き明かすためには、おそらくは主観的輪郭で観察される明さ錯視や近縁の現象の範囲内に留まっていたは不十分であり、Hermann-grid 錯視等のボトムアップ的現象から Koffka-ring 型の同時対比錯視等のトップダウンの現象までを見渡した広い視野に立ち、様々な明さ錯視の比較検討を重ねていく必要があるだろう。それは、すなわち明さ知覚そのものの本質に迫る試みである。

主観的輪郭は、現時点ではたしかに「不思議な現象」である。「なぜ手前に見えるのか」、「なぜ明るく見えるのか」、そして何より「なぜ“存在しないもの”が見えるのか」、これらの疑問は研究者を悩ませ、素朴な観察者を驚かせる。しかしながら、「あらゆる錯視現象は基本的視覚特性の典型事例である」という錯視研究の大前提を思い起こすならば、すくなくとも視覚研究者としては、この錯視をいつまでも「不思議で面白い現象」として特別扱いし続けるわけにはいかない。やがて主観的輪郭が「不思議な現象」と呼ばれなくなったとき、我々はわれわれ自身の「ものの見え方」をより一層深く理解できることになるであろう。

文 献

- Bradley, D.R. & Dumais, S.T. 1975 Ambiguous cognitive contours. *Nature*, 257, 582-584.
- Coren, S. 1972 Subjective contour and apparent depth. *Psychological Review*, 79, 359-367.
- Gregory, R.L. 1972 Cognitive contours. *Nature*, 238, 51-52.
- Halpern, D.F. 1981 The determinants of illusory-contour perception. *Perception*, 10, 199-213.
- Kanizsa, G. 1955 Margini quasi-percettivi in campi con stimolazione omogenea. *Rivista di Psicologia*, 49, 7-30. (Trs. by W. Gerbino) Quasi-perceptual margins in homogeneously stimulated fields. In S. Petry & G.E. Meyer (Eds.), 1987, *The perception of illusory contours*. New York: Springer-Verlag. Pp.40-49.
- Kanizsa, G. 1979 *Organization in vision: Essays on Gestalt perception*. New York: Praeger.
- カニッツァ 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
- Kennedy, J.M. & Lee, H. 1976 A figure-density hypothesis and illusory contour brightness. *Perception*, 5, 387-392.
- Parks, T.E. 1984 Illusory figures: A (mostly) atheoretical review. *Psychological Bulletin*, 95, 282-300.
- Parks, T.E. & Marks, W. 1985 Illusory figures: Individual differences in apparent depth and lightness. *Perception & Psychophysics*, 37, 529-532.
- Pritchard, W.S. & Warm, J.S. 1983 Attentional processing and the subjective contour illusion.

- Journal of Experimental Psychology: General*, 112, 145-175.
- Purphé, F. & Coren, S. 1992 Subjective contours 1900-1990: Research trends and bibliography. *Perception & Psychophysics*, 51, 291-304.
- Reynolds, R.I. 1981 Perception of an illusory contour as a function of processing time. *Perception*, 10, 107-115.
- Rock, I. 1983 *The logic of perception*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Rock, I. & Anson, R. 1979 Illusory contours as the solution to a problem. *Perception*, 8, 665-681.
- Schumann, F. 1900 Beitrage zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen. Erste Abhandlung. Einige Beobachtungen über die Zusammenfassung von Gesichtseindrücken zu Einheiten. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, 23, 1-32. (Trs. by A. Hogg) Contributions to the analysis of visual perception-First paper: Some observations on the combination of visual impressions into units. In S. Petry & G.E. Meyer (Eds.), 1987, *The perception of illusory contours*. New York: Springer-Verlag. Pp.21-34.
- 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, 89 (363), 7-12.
- 高橋晋也 1991 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 心理學研究, 62, 212-215.
- Takahashi, S. 1993 Microgenetic process of perception of subjective contour using "self-sufficient" -inducing pattern. *Perceptual and Motor Skills*, 77, 179-185.
- Takahashi, S. 1994 Microgenetic process of subjective contour perception in 'noise-containing' inducing patterns. *Japanese Psychological Research*, 36, 195-200.
- 竹市博臣 1994 主観的輪郭: 計算論的解釈試論 基礎心理学研究, 13, 17-44.
- 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.