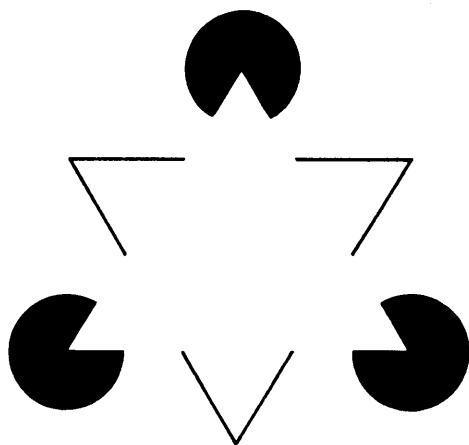


主観的輪郭における"明るさの変容"に関する一考察

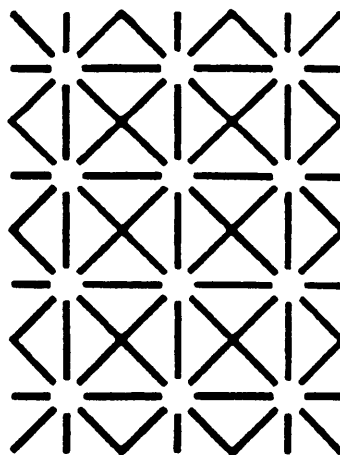
— ボトムアップかトップダウンか —

高 橋 晋 也

典型的な主観的輪郭 (subjective contour) の知覚は"明るさの変容" (主観的面内部の明化/暗化現象) を伴う (Fig.1 参照)。この現象側面は主観的輪郭知覚の中心的な問題の一つとして古くから議論されてきており (Schumann, 1900; Ehrenstein, 1941; Kanizsa, 1955)、"明るさの変容"を主観的輪郭知覚の本質として位置づける理論も提出されてきた (Brigner & Gallagher, 1974; Frisby & Clatworthy, 1975等)。主観的輪郭知覚の総合的な理論化を進める上で、さらにはそこから敷衍して人の明るさ知覚の基本的特性を追究していく上で、この問題が重要な位置を占めることは明らかである。本稿では、"明るさの変容"に関する他の研究者の議論と面形成過程についての筆者の仮説 ("3 要因モデル"; 高橋, 1999) を結び付けながら、主観的輪郭知覚における"明るさの変容"の位置づけ、その原因として考えられる諸要因などについて論じることとする。



(a) "Kanizsa triangle" (Kanizsa, 1955)



(b) "Ehrenstein pattern" (Ehrenstein, 1941)

Fig.1 Typical examples of subjective contour patterns

1. "明るさの変容"を説明する理論

Pritchard & Warm (1983) は、主観的輪郭知覚における"明るさの変容"を説明する諸理論を以下の3種類に分類している。

- 1) "末梢説" (Brigner & Gallagher, 1974; Day & Jory, 1978, 1980; Frisby & Clatworthy, 1975; Jory & Day, 1979等)
- 2) "群化説" (Kennedy, 1978a, 1978b, 1981; Kennedy & Lee, 1976; Kennedy & Ware, 1978等)
- 3) "体制化説" (Bradley & Dumais, 1975; Coren & Theodor, 1975; Rock & Anson, 1979等)

"末梢説"は、網膜の側抑制メカニズムが生じさせる局所的な明るさ対比が"明るさの増大"の原因であり、そのような処理過程が主観的輪郭知覚そのものの一次的要因であると主張する。この理論では、おもに末梢の神経系におけるボトムアップ型(感覚データ駆動型)の情報処理過程が重視され、"同化 (assimilation)" (Frisby & Clatworthy, 1975) や"充満 (filling-in)" (Day & Jory, 1978, 1980; Jory & Day, 1979) 等をつかさどる中枢の処理過程は、あくまでも末梢での処理の後に生じる二次的要因と見なされている。

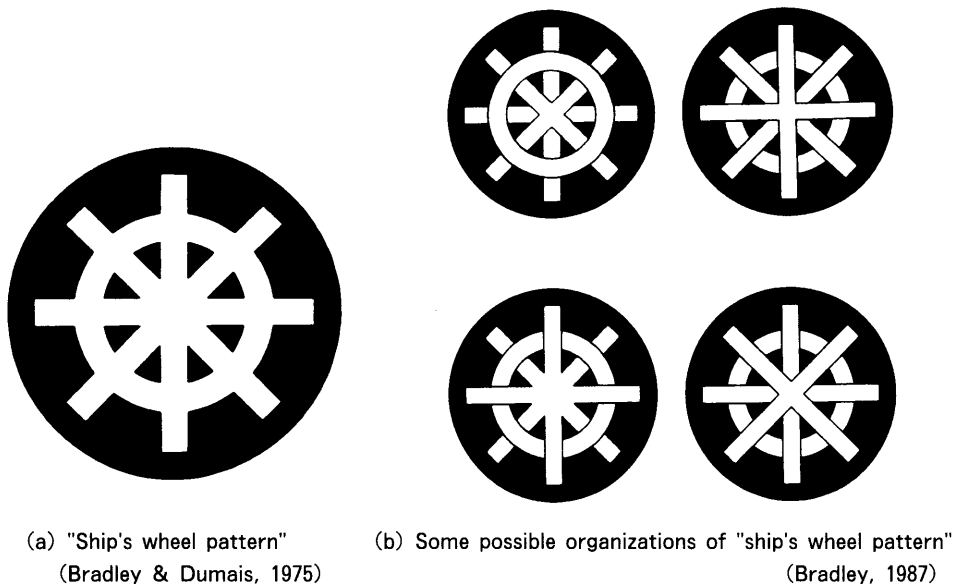


Fig.2 "Ambiguous" subjective contour configuration

「明るさ対比が主観的輪郭知覚の一次的要因である」と考える点においては、「群化説」も「末梢説」と共通の立場をとる。ただし、「群化説」では明るさの対比現象そのものがボトムアップ的視点で説明されず、そこに果たす高次の群化過程の役割が強調されるのである。ここでは、トップダウン型（主体要因駆動型）の知覚情報処理によって、局所的な明るさ対比を生じさせる刺激領域（複数の線分端点など）が一つの領域にまとまることで、はじめて全体的な「明るさの変容」が生じると仮定されている。

「体制化説」の基本的な考え方は、「明るさの変容」は主観的面形成の後に生じる副次的現象である」ということである。「多義的」主観的輪郭パターンを用いた Bradley & Dumais (1975) は、同一の刺激パターンにおける「明るさの変容」が観察者の主体的な観察態度の変化に応じて数通りに変化するデモンストレーションを示し、上記の主張の論拠としている (Fig.2)。彼らは、主観的輪郭パターンで観察される「明るさの変容」の原因をいわゆる「図-地対比効果 (figure-ground contrast effect)」に求めているが、この考え方は、主観的輪郭知覚の説明として認知的仮説構成理論に立つ研究者に共通して認められるものである (Rock & Anson, 1979; Parks, *et al.*, 1983等)。

2. 「ボトムアップ型」明るさ錯視と「トップダウン型」明るさ錯視

前節で主観的輪郭知覚における「明るさの変容」を説明する3種類の理論を紹介したが、このうち Kennedy らが主張する「群化説」については、Pritchard & Warm (1983) が指摘するように、「トップダウン的な視点で明るさ効果を説明している」という意味で「体制化説」との共通点・類似点を認めることができる。したがって、ここでは、主観的輪郭知覚における「明るさの変容」はボトムアップ型処理を通じて理解されるか、あるいはトップダウン型処理の結果と見なすべきか、という論点を中心に議論を進めることにする。

この問題を議論する上でもっとも重要な点は、「(少なくとも Kanizsa 型のパターンに限って言えば) 「明るさの変容」は主観的輪郭知覚の一次的要因ではない」という、現在では広く受け入れられている前提である。このことを裏付ける現象事例や実験結果は数多く挙げられてきているが、中でも、Bradley & Dumais (1975) の「船舵パターン」(Fig.2) に代表される「多義的」主観的輪郭パターンはもっとも説得力の高い論拠の一つである。すなわち、ここで観察される現象(「面の重なりの見え方の反転に応じて明るさの見え方が変化する」という現象)を説明するためには、「体制化を支配する高次処理過程(面形成過程)が明るさ効果を生じさせる過程に先行する」という仮定を受け入れざるを得ないのである。したがって、中枢での高次処理過程の一切を「二次的」と見なす限りにおいては「末梢説」は誤りである」と結論せざるを得ない。

Pritchard & Warm (1983) は、同時明るさ対比 (simultaneous brightness contrast) に関する Uttal (1973) の議論を引用して、主観的輪郭パターンで観察される「明るさの変容」が面形成過程に続く二次的な現象であり、その処理過程はトップダウン的な理論枠組みの中で記述さ

れるべきことを主張している。すなわちUttal (1973) によれば、同時明るさ対比は、刺激布置の幾何学的特性の変化による影響の現れ方という点で、"マッハ・バンド (Mach band) "や"ハーマン格子錯視 (Hermann grid illusion) "等の明るさ錯視とは明確に区別される。すなわち、マッハ・バンドやハーマン格子錯視で観察される明るさ錯視は自動処理 (automatic processing) 的な様相が顕著であり、"注意"や"構え"等の主体的要因が現象の現れ方を左右することはほとんどないといえる。これとは対照的に、(Koffka-ring型) 同時明るさ対比、あるいは (Kanizsa型) 主観的輪郭パターンで観察される明るさ錯視は、明らかに非自動処理的な性質をもっているのである。その意味において、「前者の明るさ錯視はボトムアップ型であり、後者はトップダウン型である」と大まかに結論づけることができよう。

3. Kanizsa型の明るさ錯視とEhrenstein型の明るさ錯視

明るさ錯視をボトムアップ型とトップダウン型に分けるという視点は、しばしば問題にされる Kanizsa型の主観的輪郭 (Fig.1-a) と Ehrenstein型の主観的輪郭 (Fig.1-b) の関連性を考える上でも興味深い。上述のとおり、ハーマン格子錯視で観察される明るさ錯視と Kanizsa型の主観的輪郭パターンで観察される明るさ錯視は、「観察態度等の主体的要因の影響を受けるか否か」という点で明らかに現象の性質を異にするが、同様の基準で Ehrenstein型の明るさ錯視を評価するならば、それはハーマン格子錯視に近い現象特性を有していると考えられる。この問題に関連して、北村 (1987, 1988) は、Ehrenstein型の線分パターンで観察される明るさ錯視が、全体的な刺激布置特性よりむしろ線分端点付近の局所的刺激特性に影響されやすいことを指摘し、この明るさ錯視の原因 (線分端点付近に生じる"ボタン状"の明るさの増大) と Kanizsaパターンで知覚される明るさ錯視の原因 (明るさの同時対比) が異なるものであることを主張している。

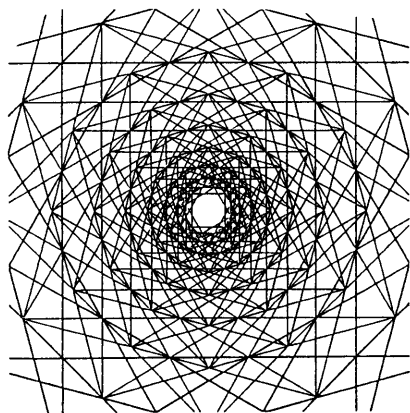


Fig.3 Garnich's design (Garnich, 1976)

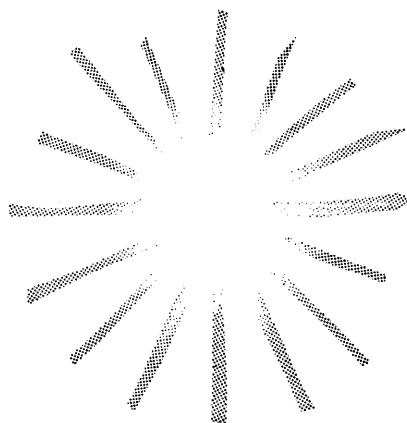


Fig.4 "Diffuse" brightness effect (Kennedy, 1976)

しかしながら、「あらゆる知覚現象は完全にボトムアップ的あるいは完全にトップダウン的に説明されるものではない」(Pritchard & Warm, 1983) という指摘を引くまでもなく、ここで明るさ錯視の分類においても「ボトムアップ/トップダウンのいずれか」といった単純な二分法を適用すべきではない。たとえば、ハーマン格子錯視の現象強度が格子の数の影響を受けるという実験結果(Wolfe, 1984)は、この現象の成立に高次視覚過程が幾分かの関与をもつことを示唆しているし、他方、「Kanizsa型主観的輪郭の知覚が感覚情報の物理的特性に依存せず、まったくのトップダウン処理で達成される」などという暴論が提起されるはずもない。問題にすべき点は、ある現象の全体的な生成メカニズムにおける、それぞれの処理過程の「相対的な重要度・貢献度」(Pritchard & Warm, 1983)である。

そのような観点からマッハ・バンドやハーマン格子錯視における明るさ錯視をみると、これらは明らかにボトムアップ処理への依存度が高い現象であると推察できる。Garnich (1976) がデザインした線分パターン (Fig.3) で観察される明るさ錯視や、Kennedy (1975, 1976, 1978a, 1981) らが報告した"放散性"の明るさ効果 ("diffuse" brightness effect; Fig.4) も、現象的観点からすれば、同様のカテゴリーに含まれる現象と捉えることができよう。とくに、前述の"群化説"の論拠ともなった"放散性"の明るさ効果に関しては、「Kanizsaパターンで観察される明るさ錯視とは区別されるべきである」として、これを主観的輪郭という現象範疇に含めることを認めない研究者も多い (Parks, 1982, 1984; Parks & Marks, 1983; Richardson, 1979)。

一方、Fig.1-aに代表されるKanizsa型の主観的輪郭パターンで知覚される明るさ錯視は、前述のとおり「体制化作用の結果である」という意味において、トップダウン処理の主要な関与を通じて説明されるべき現象であると見なせる。また、Uttal (1973) が指摘するとおり、Koffka-ring型のパターンで見られる同時明るさ対比も、これと同様の性質をもつ現象と考えられる。¹⁴

他方、Fig.1-bに代表されるEhrenstein型の主観的輪郭パターンにおける明るさ錯視については、ボトムアップ処理の相対的優位性を認めた上で、ハーマン格子錯視とKanizsa型主観的輪郭の中間的な位置づけを行うことが適当であろう。Petry, *et al.* (1983) は、このような見解を支持する実験データを提出している。彼女らの実験ではEhrenstein型の主観的輪郭パターンを構成する刺激線分の太さと本数が組織的に操作され、それらの刺激変化が主観的エッジの明瞭度と明るさの増大量に及ぼす効果が検討された (Fig.5)。その結果、エッジの明瞭度は太さの関数として単調増大するが本数の効果はほとんど受けず、明るさの増大量は太さの関数としては逆U字型に変化し、本数の関数としては単調増大することが明らかにされた。これらの実験結果に現れる複雑な影響関係は、検討された刺激変数 (線分の太さ・本数) の変化に応じて、Ehrenstein型パターンで観察される錯視現象が量的にはなく質的に変化することを示唆している。筆者の知

¹⁴ この問題に関して、Goto, *et al.* (1995) は、コフカリング型パターンにおける検査図形の形態を"一体的"または"二肢的"に捉えようとする意図的な観察態度の違いが、明るさ対比量に有意な影響を及ぼすことを報告している。

覚印象を述べるならば、とくに刺激線分の太さの増大 (Fig.5の最左列における上から下への変化) に対応して、観察される明るさ錯視の性質がボトムアップ型からトップダウン型へと連続的に変化するように思われる。Fig.5の"左上"のパターンが一般にEhrenstein図形といわれるものであるのに対して、"左下"のパターンは現象的観点からいえばKanizsa図形と同質のものであると見なせる。

4. 図-地対比効果

(Kanizsa型) 主観的輪郭パターンで観察される"明るさの変容"を、「主観的面形成 (体制化) の結果」というトップダウン的な理論枠組みで説明する有力な視点として、いわゆる"図-地対比効果 (figure-ground contrast effect)" に基づく理論を挙げることができる。この理論の基本的な考え方は、Rubin (1921) によって組織的に検討された「"図 (figure)" と "地 (ground)" の一般的な現象的差異」から発している。すなわち、①図は形 (意味) をもつが、地は形をもたず図の背後に広がった印象を与える、②領域間の境界線は図の輪郭線として図に所属する、③図は地に比べ、かたく、密で、定位が確定的である印象 ("物"としての性格) をもつ、④図は地に比べ、観察者の近くに定位される、などの諸特性である。

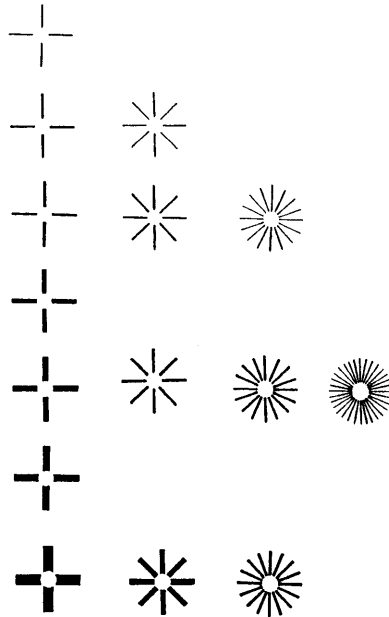


Fig.5 Patterns used in the Experiment 1 of Petry, et al. (1983)

(Kanizsa型)主観的輪郭パターンにおける明るさ錯視を「図の本来的な特性」と見なす考え方の源流はKanizsa (1955, 1974, 1976, 1979) の理論の中に認めることができるが、このような論点をはじめて明確に提起した研究者はBradley & Dumais (1975) である。彼らは、"多義的"主観的輪郭パターン (Fig.2) で観察される「体制化に依存した明るさ錯視」を論拠として、「一般に図は、等反射率の背景領域に比べ、より明るく、より強く見える」ことが主観的輪郭知覚における"明るさの変容"の原因であると主張した。

Rock & Anson (1979) は、Bradley & Dumais (1975) の見解をより具体化させ、主観的輪郭知覚における"明るさの変容"は、「図は地に比べ、隣接領域からの対比をより強く受ける」という効果 ("Wolff effect") の現れであると論じた。さらに、Parks, *et al.* (1983)、Rock (1987) では、「他の図領域に"属する"図は、そうでない図に比べ、周辺領域からの対比をより強く受ける」という効果 ("Benary effect") が"Wolff effect"と合わせて引用されている。Fig.6 は"Benary effect"を典型的に生じさせる刺激パターンであり、図中上方の三角形が「他の図に"属する"図」、下方の三角形が「"属さない"図」に相当する。Parks, *et al.* (1983) は、主観的輪郭パターンにおける「主観的な面」がFig.6の上方の三角形に対応すると考えたのである。

Parks, *et al.* (1983) は、①典型的なKanizsa型主観的輪郭パターン、②主観的輪郭に実線を加えたパターン (①の主観的エッジ上に実線を引いたもの)、③統制パターン (周囲の背景領域と実線で区切られただけの面) の3種類のパターンで観察される"明るさの変容"の程度を比較した。実験の結果、知覚される面の明るさは③→②→①の順で高くなることが示された。このうち、「②より①が明るく見える」という結果は"実線導入 (outlining)"による減損効果として従来より指摘されていた現象であるが (Ehrenstein, 1941; Coren & Theodor, 1975; Parks, 1979)、

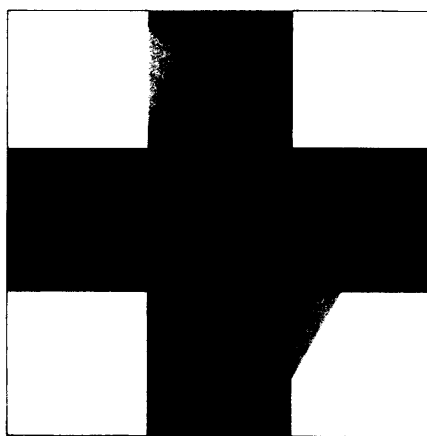


Fig.6 "Benary effect": Which triangle is brighter?

「③より②が明るく見える」という点は、主観的輪郭の明るさ錯視における"図-地対比効果"の関与を裏付ける重要な結果と見なされた。彼らは、これらの結果に基づき、少なくとも主観的輪郭知覚における"明るさの変容"の方向性、すなわち強調か鈍化かは、"図-地対比効果"によって決定されると論じたのである。ここで「少なくとも"明るさの変容"の方向性は…」という限定が付されているのは、最終的に知覚される"明るさの変容"の程度（現象強度）までを決めていく知覚処理過程に関しては、感覚データの特性（明暗コントラストなど）に依存するボトムアップ型処理の関与の可能性にも配慮したことを意味している。

5. "明るさの変容"についての暫定的結論

(Kanizsa型)主観的輪郭パターンで観察される明るさ錯視に関するこれまでの議論を要約すれば、以下ようになる。

- 1) 主観的輪郭知覚における"明るさの変容"は、主観的な面形成（図-地反転、体制化）の結果として生じる副次的現象である。
- 2) 1) の意味において、この明るさ錯視は、面形成過程を導くトップダウン型の知覚処理過程に大きく依存している。
- 3) "明るさの変容"の方向性（強調／鈍化）は、"Wolff effect"や"Benary effect"などの"図-地対比効果"で説明される。

さらに、これらの問題を面形成過程に関する筆者の仮説（3要因モデル；高橋，1999）に沿って考察すると、主観的輪郭知覚における"明るさの変容"は、①"連続性（alignment）"手がかりによる主観的な面形成（領域分割）、②"不完全性（incompletion）"手がかりによる"奥行きの変位"（層化）に続く三次現象として説明される。この仮説で強調すべき点は、「"明るさの変容"の方向性（強調／鈍化）は"奥行きの変位"の方向性（前進層化／後退層化）によって直接的に規定される」ということである。ここで「前進層化か後退層化か」とは、「図となるか地となるか」という表現と同義である。また、「強調か鈍化か」とは、当該刺激領域が本来的に有する明るさ特性が「強められるか弱められるか」ということを意味する。したがって、たとえばFig.1-aのような「白地に黒」の"Kanizsa triangle"であれば、("連続性"手がかりによって)主観的な面として切り出された中央の三角形領域は、("不完全性"手がかりによって)前進層化し、本来の「白」という明るさ特性がより一層強調されることになる（明化）。逆に「黒地に白」の"Kanizsa triangle"であれば、同様の知覚処理によって前進層化した主観的三角形が、「黒」という本来的な明るさ特性を強め、一層黒く暗い知覚印象を生じさせるのである（暗化）。

主観的輪郭知覚における"明るさの変容"に関する筆者の考えは、基本的には、"図-地対比効果"を主要因と見なすBradley & Dumais (1975)、Parks, *et al.* (1983)、Rock (1987)、Rock

& Anson (1979) 等の理論と一致するものである。主観的輪郭知覚そのものが「視覚体制化の問題」(物理的な刺激布置が、知覚的にどのように分離し、どのように層化するかという問題)として位置づけられる以上、そこで観察される明るさ錯視も、同様に体制化による影響を前提として説明されるべきである。

ただし、"図一地対比効果"そのものに関する理解が不十分な現状にあっては、上述のような"明るさの変容"の説明の学問的価値も、慎重に評価されなければならないだろう。この説明は、関連する現象観察結果や実験的データに照らした上でそれなりの説得力をもつと思われるが、一方で、「現象を別の現象で記述したに過ぎず、真の意味での説明にはなっていない」という批判から逃れることはできない。前述のParks, *et al.* (1983) がボトムアップ型処理の関与に含みをもたせたように、「"図一地対比効果"の結果」と簡単に片付けることなく、明るさ知覚、図一地知覚、さらには奥行き知覚をも含めた広範な文脈の中に問題を位置づけ、人の視知覚の基本的な振る舞いとして総合的に追究していくことが重要である。そのような追究姿勢が、じつは問題を解決する近道に他ならないように思われる。

文 献

- Bradley, D.R. 1987 Cognitive contours and perceptual organization. In S.Petry & G.E.Meyer (Eds.), *The perception of illusory contours*. New York: Springer-Verlag. Pp.201-212.
- Bradley, D.R. & Dumais, S.T. 1975 Ambiguous cognitive contours. *Nature*, **257**, 582-584.
- Brigner, W.L. & Gallagher, M.B. 1974 Subjective contour: Apparent depth or simultaneous brightness contrast? *Perceptual and Motor Skills*, **38**, 1047-1053.
- Coren, S. & Theodor, L.H. 1975 Subjective contour: The inadequacy of brightness contrast as an explanation. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **6**, 87-89.
- Day, R.H. & Jory, M.K. 1978 Subjective contours, visual acuity, and line contrast. In J.C.Armington, J.E.Krauskopf, & B.R.Wooten (Eds.), *Visual psychophysics: Its physiological basis*. New York: Academic Press. Pp.331-340.
- Day, R.H. & Jory, M.K. 1980 A note on a second stage in the formation of illusory contours. *Perception & Psychophysics*, **27**, 89-91.
- Ehrenstein, W. 1941 Über Abwandlungen der L.Hermannschen Helligkeitserscheinung. *Zeitschrift für Psychologie*, **150**, 83-91. (Trs. by A.Hogg) Modifications of the brightness phenomenon of L.Hermann. In S.Petry & G.E.Meyer (Eds.), 1987, *The perception of illusory contours*. New York: Springer-Verlag. Pp.35-39.
- Frisby, J.P. & Clatworthy, J.L. 1975 Illusory contours: Curious cases of simultaneous brightness contrast? *Perception*, **4**, 349-357.
- Garnich, R. 1976 *Asthetik, Konstruktion und Design, Eine strukturelle Ästhetik*. Ravensburg: Otto Maier Verlag.
- Goto, T., Hanari, T., Ohnuma, S., Kobari, H., Shinoda, N., Sugiura, J., Tamoto, K., & Hishimura, Y. 1995 Effects of grasping-form attitude on brightness contrast in Koffka-ring type patterns. *Psychologia*, **38**, 192-198.
- Jory, M.K. & Day, R.H. 1979 The relationship between brightness contrast and illusory contours. *Perception*, **8**, 3-9.

- 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. 1974 Contours without gradients or cognitive contours? *Italian Journal of Psychology*, **1**, 93-113.
- Kanizsa, G. 1976 Subjective contours. *Scientific American*, **235** (4), 48-52.
カニッツァG. (金子隆芳 訳) 1976 存在しない輪郭がなぜ見える 日本経済新聞社 (別冊サイエンス).
- 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. 1975 Depth at an edge, coplanarity, slant depth, change in direction and change in brightness in the production of subjective contours. *Italian Journal of Psychology*, **2**, 107-123.
- Kennedy, J.M. 1976 Sun figure: An illusory diffuse contour resulting from an arrangement of dots. *Perception*, **5**, 479-481.
- Kennedy, J.M. 1978a Illusory contours not due to completion. *Perception*, **7**, 187-189.
- Kennedy, J.M. 1978b Illusory contours and the ends of lines. *Perception*, **7**, 605-607.
- Kennedy, J.M. 1981 Illusory brightness and the ends of petals: Change in brightness without aid of stratification or assimilation effects. *Perception*, **10**, 583-585.
- Kennedy, J.M. & Lee, H. 1976 A figure-density hypothesis and illusory contour brightness. *Perception*, **5**, 387-392.
- Kennedy, J.M. & Ware, C. 1978 Illusory contours can arise in dot figures. *Perception*, **7**, 191-194.
- 北村 洋 1987 線の端点に生ずる主観的輪郭の知覚Ⅰ - 現象的観察による検討 - 立教大学心理学科研究年報, **30**, 15-62.
- 北村 洋 1988 線の端点に生ずる主観的輪郭の知覚Ⅱ - 現象的観察による検討 - 立教大学心理学科研究年報, **31**, 29-54.
- Parks, T.E. 1979 Subjective figures: Does brightness enhancement depend upon subjective boundary definition? *Perception & Psychophysics*, **26**, 418.
- Parks, T.E. 1982 Brightness effects in diffuse and sharp illusory figures of similar configuration. *Perception*, **11**, 107-110.
- Parks, T.E. 1984 Illusory figures: A (mostly) atheoretical review. *Psychological Bulletin*, **95**, 282-300.
- Parks, T.E. & Marks, W. 1983 Sharp-edged vs. diffuse illusory circles: The effects of varying luminance. *Perception & Psychophysics*, **33**, 172-176.
- Parks, T.E., Rock, I., & Anson, R. 1983 Illusory contour lightness: A neglected possibility. *Perception*, **12**, 43-47.
- Petry, S., Harbeck, A., Conway, J., & Levey, J. 1983 Stimulus determinants of brightness and distinctness of subjective contours. *Perception & Psychophysics*, **34**, 169-174.
- Pritchard, W.S. & Warm, J.S. 1983 Attentional processing and the subjective contour illusion. *Journal of Experimental Psychology: General*, **112**, 145-175.
- Richardson, B.L. 1979 The nonequivalence of abrupt and diffuse illusory contours. *Perception*, **8**, 589-593.
- Rock, I. 1987 A problem-solving approach to illusory contours. In S.Petry & G.E.Meyer (Eds.), *The perception of illusory contours*. New York: Springer-Verlag. Pp.62-70.
- Rock, I & Anson, R. 1979 Illusory contours as the solution to a problem. *Perception*, **8**, 665-681.
- Rubin, E. 1921 *Visuell Wahrgenommene Figuren*. Copenhagen: Gyldendals.
- 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 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**, 139-149.

Uttal, W.R. 1973 *The psychobiology of sensory coding*. New York: Harper & Row.

Wolfe, J.M. 1984 Global factors in the Hermann grid illusion. *Perception*, **13**, 33-40.