

## 図地等輝度条件カニツツァ錯視配置効果の精神物理学的測定

大屋和夫・高橋晋也・荒川圭子・石坂裕子

名古屋大学大学院 環境学研究科

名古屋大学大学院 文学研究科

〒464-8601 名古屋市千種区不老町

### 1. はじめに

カニツツァ錯視<sup>1)</sup>(図1)とは扇形(パックマン)とV字の線画が3個ずつ配置された刺激布置において、中央の刺激勾配のない領域に、①三角形の境界が見え、②その三角形が周辺領域より手前に見え、③周辺領域よりも三角形内部が明るく見える、という錯視現象である。つまり、カニツツァ錯視は、境界、奥行き変位、明るさ変容という3つの現象特性をもっており、最適条件下ではこれらがすべて明瞭に観察される。カニツツァ錯視についてはさまざまな研究が行なわれてきたが、図形と背景が等輝度で色相差のみで構成された場合、錯視効果が生じないという議論がなされてきた<sup>2-7)</sup>。しかし、これらの諸研究では用いられた刺激パターンや現象強度の測定方法がまちまちであるうえ、錯視が完全に消失するのか減弱するだけなのかという点がいまだはっきりしないという問題が残されている。

これに関連して、われわれが行った視覚探索課題実験では、等輝度(赤と緑による)カニツツァ錯視がポップアウトするという結果を得た<sup>8,9)</sup>。このことから、等輝度カニツツァ錯視パターンにおいても、視覚情報処理の過程では何らかの錯視効果が生じていると考えられる。通常の白と黒によるカニツツァ錯視パターンがポップアウトすることを示した先行研究<sup>10)</sup>はあるが、等輝度カニツツァ錯視がポップアウトすることははじめて見いだされた知見であり、現象の成立機序に

おける輝度情報の役割を考える上で興味深い。

等輝度カニツツァ錯視がポップアウトするという実験結果は、通常の観察事態ではその錯視効果が著しく減損する(あるいは消失する)という従来の知見とどのように整合するのだろうか。この点に関しては以下の2通りの仮説が立てられよう。一つ目は、視覚探索課題によって捉えられる視覚過程ではカニツツァ錯視が生じているが、最終的な知覚表象においては錯視効果が失われるというものである。すなわち、視覚過程における知覚表象の質的変容を仮定するものである。

二つ目の可能性は、「通常観察時に等輝度カニツツァ錯視が生じない」という知見がそもそも正確ではないというものである。前述のように、等輝度カニツツァ錯視が完全に消失するかどうかという点については必ずしも明確な結論が得られているわけではなく、かりに減弱された錯視効果が生じているとすれば、その効果が等輝度カニツツァ錯視をポップアウトさせるに十分なものであったとも考えられる。

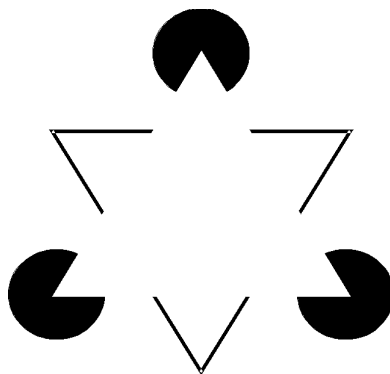


図1 カニツツァ錯視図形。

いずれにしても、これらの仮説の妥当性を評価する上で、通常観察時の等輝度カニツァ錯視に関する基礎データが不十分であることが障害となっている。そこで本研究では、通常の観察条件下での等輝度カニツァ錯視の見え方をあらためて検討した。その際、以下の2点にとくに配慮した。

第1は測定方法の問題である。これまでのカニツァ錯視の研究では、あらかじめ定められた数段階の尺度上で主観的な現象強度を評定させる方法が多く取られてきたが、この尺度評定法については、評定値が尺度中央に偏る傾向があるなどの問題点が指摘されている<sup>4)</sup>。そこで本研究では、そのようなアーチファクトに煩わされず、見え方をより正確に結果に反映させることができる精神物理学的方法(一対比較法)を採用した。

第2は現象強度の評価基準の問題である。冒頭に述べたとおり、本来カニツァ錯視は複合的な錯視現象であるが、従来の研究では、「境界」、「奥行き」、「明るさ」という3側面の現象強度を総合的に評価させることが多かった。とくに等輝度カニツァ錯視を対象とした研究では、これらの現象特性を個別に検討したものはないが、錯視減損効果の内容をより詳細に分析する上では「総合的な強度」のみの測定では不十分である。そこで本研究では、等輝度カニツァ錯視の「総合的な強度」に加え、上記の3種類の個別現象特性の強度をそれぞれ測定することにより、等輝度カニツァ錯視の減損効果について多面的な分析を行うこととした。

## 2. 方法

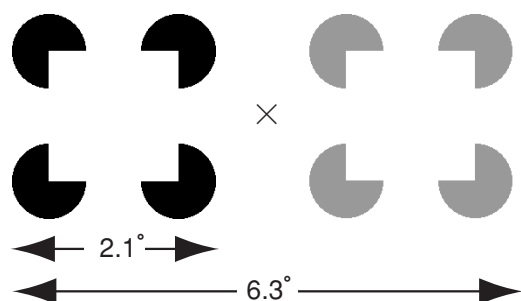


図2 一対比較刺激。

視力および色覚が健常である4名の成人男女が被験者となった。

刺激はカニツァ型の主観的四角形誘導パターン(図2)を用いた。背景を赤、図形(4個のパックマン)を緑とした。赤背景の輝度は $13.7 \text{ cd/m}^2$ で固定し、緑図形の輝度を9.3, 10.0, 10.7, 11.4, 12.1, 13.7, 15.3, 16.9,  $18.5 \text{ cd/m}^2$ までの9段階で変化させた。さらに統制図形として、パックマンのL字エッジを外向きに配置したパターンを加えた。図形の大きさは $2.1^\circ$ であった。

これらの刺激は Cambridge Research Systems VSG 2/5で作成され、暗室内に設置された21 inch モニター(EIZO FlexScan T 962)に呈示された。被験者は頭部を顎台で固定され、視距離85 cmから刺激を観察した。注視点を挟んだ左右の画面上に、9条件の刺激図形と統制図形の合わせて10種類の刺激がランダムに対呈示され、被験者は一対比較法によって、錯視が強いと感じられる側を選択した。その際の判断の基準として、等輝度カニツァ錯視の「総合的な強度」、「境界」、「奥行き」、「明るさ」の4種類を設定した。10種類の刺激の対呈示の組み合わせによる100試行を1ブロックとし、4種類の判断基準それぞれにつき15ブロック、のべ6000試行を実施した。実験は3ブロックを1セッションとして行われ、各セッション開始前に10分間のモニター順応( $13.7 \text{ cd/m}^2$ のグレー画面)と25試行の練習試行が挿入された。

## 3. 結果と考察

結果は各基準ごとに一対比較法によって尺度構成した。各刺激の尺度値が高いほど錯視が顕著に現れたことを示す。図3は等輝度カニツァ錯視の「総合的な強度」についての判断結果を示している。カニツァ図形は、いずれの輝度条件でも統制図形より高い尺度値を示していた。つまり、刺激布置上カニツァ錯視が生じ得ない条件とは明らかに異なる効果が生じていたといえる。この効果の内容をさらに分析するため、つぎに3種類の個別現象特性についての結果を検討する。

図4は、その他の3つの基準、「境界」、「奥行き」、「明るさ」についての判断結果を被験者別に示したものである。それぞれの個別現象についても、1例（被験者OKの「明るさ」）を除くすべての条件で、統制条件よりも高い尺度値を示した。したがって、等輝度条件のカニツァ錯視は3種類の個別現象特性の一部が欠けたものというよりは、それらが全体的に減弱されたものである可能性が高いと考えられる。ただし、4つの判断基準間の関係については被験者によってばらつきがみられた。そこで被験者ごとに得られた尺度値間で回帰分析を行い、4つの判断基準間の関係を調べた。

「総合的な強度」の判断を従属変数、「境界」、「奥行き」、「明るさ」の判断を独立変数とする回帰分析の結果を表1に示す。「境界」と「奥行き」が有意、「境界」と「明るさ」が有意、いずれも有意でないなど、回帰パターンは被験者によって異なっていた。このことは、複合的な錯視現象であるカニツァ錯視では、その総合的な錯視効果を生じさせる知覚機序において、個別現象特性の相対的な貢献度が観察者によって異なることを意味する。

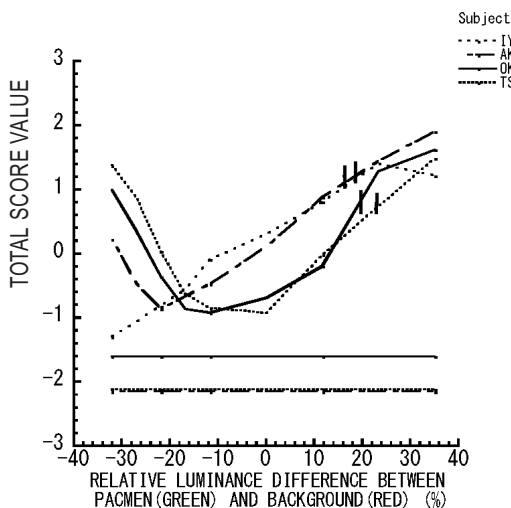


図3 等輝度カニツァ錯視の「総合的な強度」についての判断結果を表している。横軸は、背景に対するパックマンの相対的な輝度差をパーセンテージで表し、縦軸は尺度値を表す。横線は、統制条件の尺度値を示している。

本研究では、精神物理学的測定法を用い、等輝度カニツァ錯視の減損効果について個別現象特性という視点を含めて検討した。実験の結果から以下の諸点が明らかにされた。①もっとも錯視効果が弱くなる輝度条件においても、刺激布置上錯視効果が生じない統制条件を上回る効果が生じていた。すなわち、図地を等輝度化してもカニツァ錯視が完全に消失することはなかった。②「境界」、「奥行き」、「明るさ」という

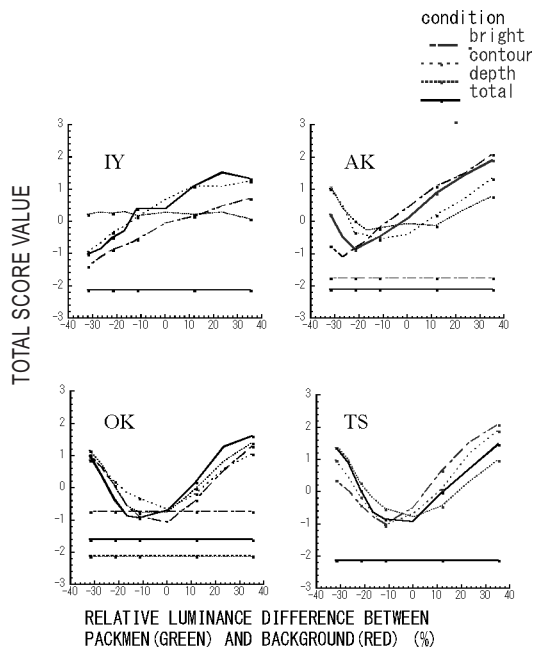


図4 等輝度カニツァ錯視の「境界」、「奥行き」、「明るさ」についての判断基準を被験者別に表している。横軸、縦軸は図3と同様である。

表1 被験者別の回帰分析の結果。

subject	contour	depth	brightness
OK	-1.168 (2.634)*	2.156 (3.787)**	-.079 (-.358)
TS	.739 (1.613)	.408 (2.155)	-.135 (-.426)
AK	.514 (3.453)*	-.070 (-.533)	.648 (11.908)**
IY	.776 (1.516)	-.051 (-.496)	.247 (.523)

( ) 内は t 値 : \*\*1%, \*5%

個別の現象特性についても、それぞれ統制条件を上回る効果が生じていた。したがって、等輝度カニツァ錯視における減損効果は、3種類の現象特性の一部が欠けたものというよりは、それらすべてが全体的に減弱したものである可能性が高い。③錯視の「総合的な強度」に対する個別現象特性の相対的な貢献度については個人差が見られた。ただし、この個人差が、視覚情報処理過程自体のバリエーションによるものか、判断過程における被験者ごとの重み付けの差異を反映したものかという点は結論できない。

等輝度カニツァ錯視が完全に消失しなかったということから、図地の輝度差（コントラスト）はカニツァ錯視の成立要因ではない、すなわちこの錯視を導く視覚処理過程の一次駆動に関わるものではないことが推察される。むしろそれは、最終的な錯視強度を変化させる調整要因として副次的な影響を及ぼしているのであろう。カニツァ錯視の一次的な成立要因は刺激布置そのものであり、図地関係を定義するものが輝度差であれ色相差であれ、その刺激布置を伝える情報が入力されれば錯視を導く視覚処理過程は駆動されると考えられる。

カニツァ錯視の成立機序については、これまで、明るさ対比を基礎に置いて説明する立場<sup>11,12)</sup>と、図地体制化の力動性という視点から説明する立場<sup>1,13)</sup>との論争が続けられてきた。前者にとって、従来、図地等輝度化による減損効果は最大の主張材料としての役を担ってきたが、本研究結果から、そのような主張の根拠が疑問視されることとなった。ただし、等輝度化がカニツァ錯視を完全に消失させはしないことが示された一方で、現象観察的に言えば、それによって錯視効果が相対的に減弱することもまた明らかである。この点をさらに追究するためには、等輝度化による減損効果を、刺激布置の操作（たとえば、十字形等の“自己充足図形”でパターンを構成する、パックマンに外輪郭を付加する、“ノイズパターン”を付加するなど）による減損効果と比較する必要があるだろう。

## 文 献

- 1) G. Kanizsa: Marginal quasi-percettivi in campi con stimolazione omogenea. *Rivista di Psicologia*, **49**, 7-30, 1955.
- 2) E. M. Brussell, S. R. Stober and D. M. Bodinger: Sensory information and subjective contour. *American Journal of Psychology*, **90**, 145-156, 1977.
- 3) R. L. Gregory: Vision with isoluminant colour contrast: 1. A projection technique and observations. *Perception*, **6**, 113-119, 1977.
- 4) M. K. Jory and R.H. Day: The relationship between brightness contrast and illusory contours. *Perception*, **8**, 3-9, 1979.
- 5) J. P. Frisby: Seeing: Illusion, Brain, and Mind. Oxford University Press, Oxford, 1979.
- 6) Y. Ejima and S. Takahashi: Illusory contours induced by isoluminant chromatic patterns. *Vision Research*, **28**, 1367-1377, 1988.
- 7) S. Shioiri and P. Cavanagh: Achromatic form perception is based on luminance, not brightness. *Journal of the Optical Society of America (A)*, **9**, 1672-1681, 1992.
- 8) 高橋晋也, 大屋和夫, 田辺裕梨: 視覚探索課題を用いた等輝度カニツァ錯視の研究. *日本心理学会第65回大会発表論文集*, 184, 2001.
- 9) 高橋晋也, 大屋和夫, 田辺裕梨, 荒川圭子: 視覚探索課題を用いた等輝度カニツァ錯視の研究 (2) 視感効率による設定と感覚輝度による設定の比較. *日本心理学会第66回大会発表論文集*, 495, 2002.
- 10) G. Davis and J. Driver: Parallel detection of Kanizsa subjective figures in the human visual system. *Nature*, **371**, 791-793, 1994.
- 11) W. L. Brigner and M. B. Gallagher: Subjective contour: Apparent depth or simultaneous brightness contrast? *Perceptual and Motor Skills*, **38**, 1047-1053, 1974.
- 12) J. P. Frisby and J. L. Clatworthy: Illusory contours: Curious cases of simultaneous brightness contrast? *Perception*, **4**, 349-357, 1975.
- 13) R. L. Gregory: Cognitive contours. *Nature*, **238**, 51-52, 1972.