

透明視における重なり領域の色度・輝度条件

伊東由紀・内川恵二・栗木一郎

東京工業大学 工学部 像情報工学研究施設
〒226 横浜市緑区長津田町 4259

1. はじめに

2つの面が重ねられた図形を見ると、重なった領域に注目すると3通りの認識が考えられる(図1)。重なり領域が2つの面のどちらか一方の面に見える場合、重なり領域が2つの面とは独立して見える場合、そして、重なり領域が2つの面の両方に属するように見える場合の3つである。これらはそれぞれ、不透明な面の重なり、3つの面の集合、透明な面の重なりという知覚につながる。第3番目のような知覚を透明視といい、重なり領域に2つの面を知覚することが、透明視成立の要因といえる¹⁾。色と透明視についても研究がなされてきた²⁾。異なる色の2つの面の重なり領域に2つの色が分離されて知覚されたとき、透明視が成立するといわれている。しかし、透明視の成立は色ガラスフィルタのように物理的に透明なものが重なっているときに見える色には限定されない。

透明視は、物理的な条件とは必ずしも一致しない色度や輝度条件下でも起こる。前後関係を把握する奥行き知覚や複雑な背景から面を切り出す知覚など、高次レベルで決定される複雑なメカニズムが寄与している。本研究では、透明視

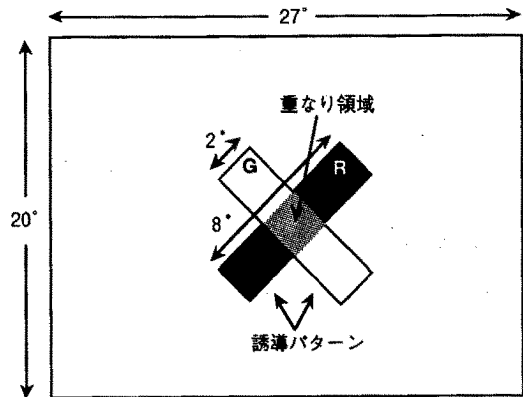


図2 刺激

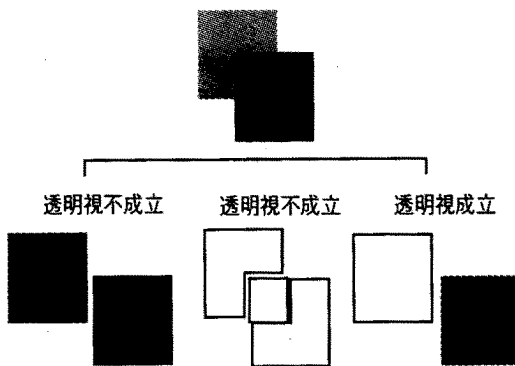


図1 透明視の成立要因

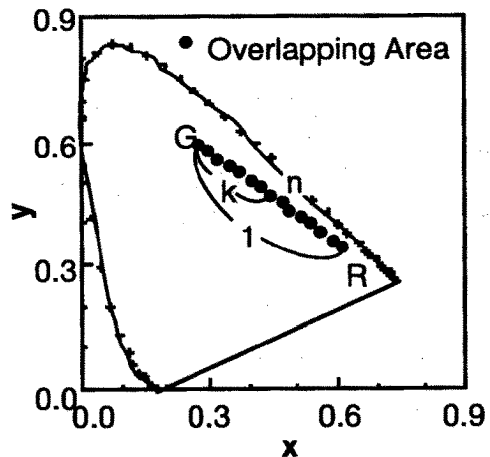


図3 重なり領域の色度図

が成立するための重なり領域の色度と輝度の条件を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

2.1 刺激と装置

図2に示すように、赤(R) ($x = 0.615$, $y = 0.340$)と緑(G) ($x = 0.273$, $y = 0.593$)の2つの長方形の誘導パターンが重なっているような図形を刺激として用いた。誘導パターンは各 10 cd/m^2 の場合と、それぞれ 10 cd/m^2 と 5 cd/m^2 の場合の3通りの条件で行った。重なり領域には、誘導パターンに用いた2色の加法混色線上の15点(図3)を試行毎に変化させて呈示した。ここで、結果を示す際に分かり易くするため、重なり領域の色度を赤と緑の距離を1としたときの緑からの距離の比、 k で表すことにする。背景は、暗黒、 D_{65} (30 cd/m^2)、 D_{65} (60 cd/m^2)の3条件である。刺激はCRT上に定常呈示され、被験者は両眼自由視で観察した。実験ブース内は、暗順応を防ぐため被験者の足元を D_{65} 蛍光灯で照明した。

2.2 実験手続き

被験者は、重なり領域の輝度を調整法で変化

させ、重なり領域に誘導パターンの各色を同時に知覚し、透明な面が見える点を求めた。また、どちらの面が手前に見えたかも応答した。

実験開始後、まずモニタ全面に D_{65} (30 cd/m^2)の白色が呈示され、被験者はそれに3分間順応する。その後、刺激が呈示され、被験者は手元のトラックボールを用いて重なり領域の輝度を調整する。重なり領域の色度点は、誘導パターンの加法混色線上の1点である。調整後、5秒間順応刺激が再度呈示され、重なり領域の色度が異なる次の刺激が呈示される。このとき、残像効果を防ぐため赤と緑の誘導パターンの位置を試行毎に交換した。予備実験より、透明視が成立する輝度にはある程度の幅があることが分かり、輝度範囲の上限と下限をセッション毎に分けて測定した。各色度点につき上下限毎に5回の試行を行った。

被験者は2人(男KU, 女YI)である。

3. 結果と考察

3.1 刺激背景による変化

被験者の観察報告によると、測定された透明視が成立する輝度範囲内では、輝度が変化する

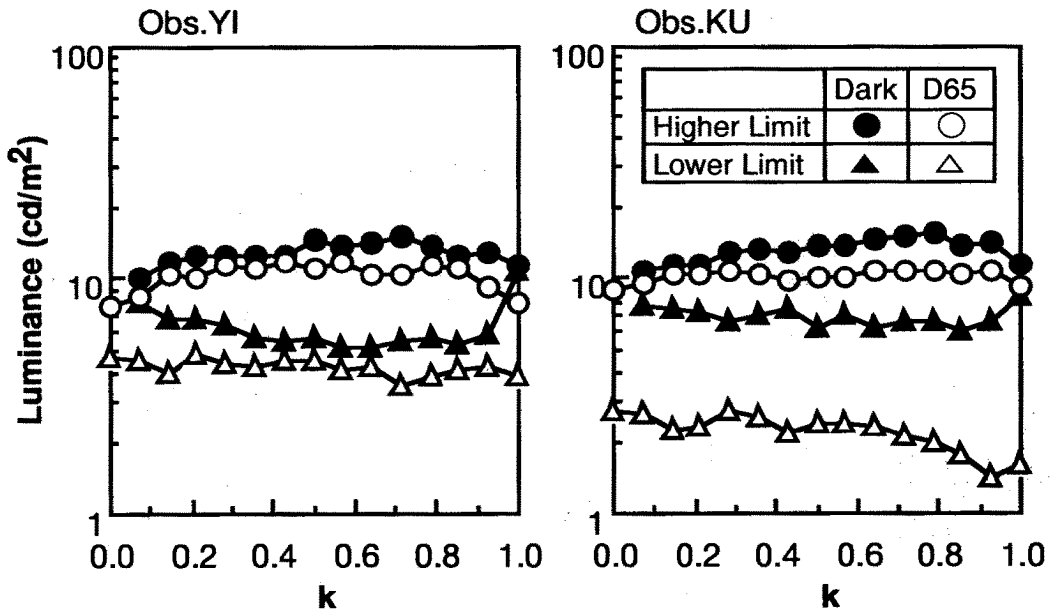


図4 誘導パターンの輝度が各 10 cd/m^2 における刺激背景による変化

と誘導パターンの透明度が変化するように知覚され、最も良く透明に見えるといった点は存在しないことが分かった。また、この範囲外で透明視は成立しないことが確認された。

背景の D_{65} (30 cd/m^2) と D_{65} (60 cd/m^2) の結果には差がほとんど見られなかった。そこで、ここでは背景が暗黒と D_{65} (60 cd/m^2) の結果について示す (図4)。横軸は重なり領域の色度を示す k であり、 $k=0$ は誘導パターンの緑、 $k=1$ は赤である。縦軸は輝度 (cd/m^2) を対数軸で表わしている。シンボルは、○は上限、△は下限で、●、▲は背景が暗黒、○、△は背景が D_{65} (60 cd/m^2) の結果を示している。各被験者によって値は異なるが、背景によって透明視が成立する範囲が変化することが分かった。背景が暗黒の方が上限、下限共に高い輝度の値を示している。各誘導パターンの輝度は 10 cd/m^2 であるが、背景が暗黒の場合の上限は 10 cd/m^2 を上回っているのに対し、背景が D_{65} (60 cd/m^2) の場合にはほぼ同じか下回っている結果となった。

手前に見える誘導パターンについては、赤い

パターンを手前に知覚した割合で集計した (図5)。全体に緑を手前に知覚している割合が多くなっているが、背景輝度による顕著な変化はみられなかった。

3.2 誘導パターンの輝度による変化

上の実験では誘導パターンが等輝度であったため、透明視が成立する輝度範囲が広がったのではないかとも考えられる。そこで、輝度の異なる誘導パターンを用いて同様の実験を行った。この結果も、背景が D_{65} (30 cd/m^2) と D_{65} (60 cd/m^2) ではほとんど差が見られなかったため、 D_{65} (60 cd/m^2) の結果のみを示す。図6 (a) は背景が暗黒、(b) は背景が D_{65} (60 cd/m^2) の結果である。縦軸と横軸とシンボルは図4と同様であるが、●、▲は赤い誘導パターンが 10 cd/m^2 、緑が 5 cd/m^2 、○、△は赤が 5 cd/m^2 、緑が 10 cd/m^2 の誘導パターンを用いたときの結果を示している。この図から、赤い誘導パターンが 10 cd/m^2 のときには、重なり領域の色度が緑に近いほど輝度範囲の上限が低くなっていることが分かる。下限はあまり変化が見られないため、結果的に輝度範囲は狭まる

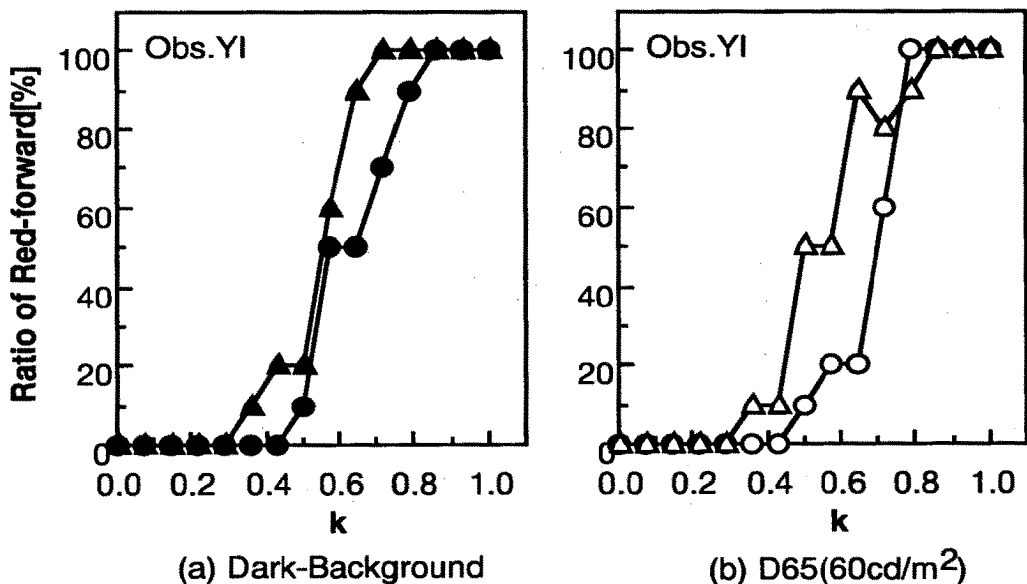


図5 Red - Pattern を手前に知覚した割合

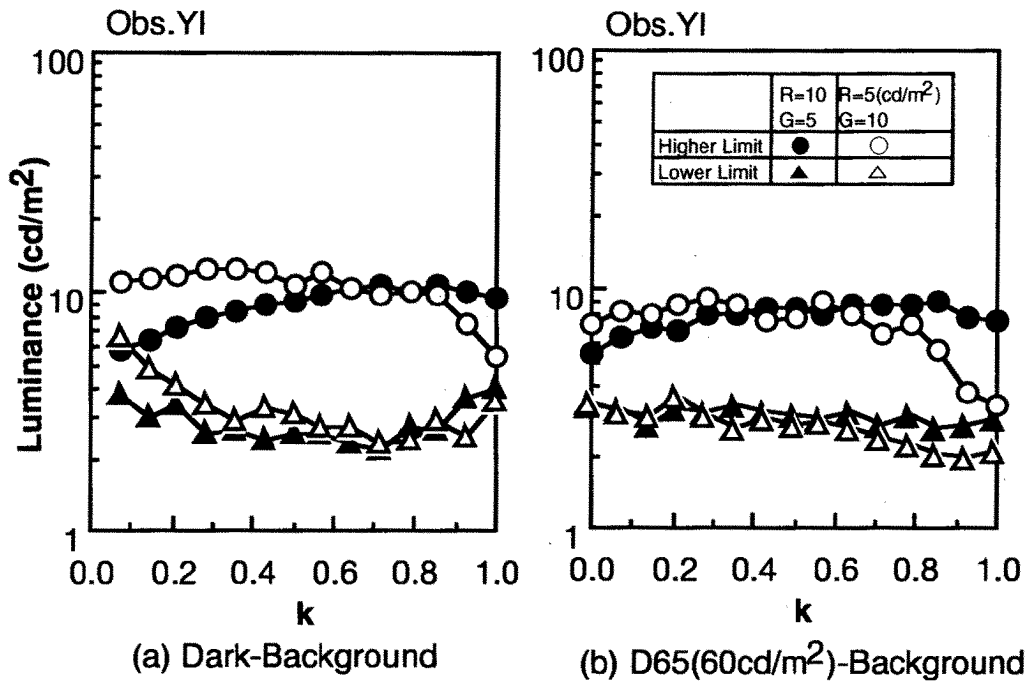


図6 誘導パターンの輝度による変化

傾向を示した。同様に、緑の誘導パターンが10 cd/m²のときには、重なり領域の色度が赤に近いほど輝度範囲が狭くなっていることが分かる。つまり、輝度範囲の上限は、重なり領域の色度が近い誘導パターンの輝度に影響されると考えられる。一方、条件によって変化するのは上限であり、下限については重なり領域の色度の変化、誘導パターンの輝度変化によっても顕著な変化は見られなかった。これらの結果を考察すると、透明視が成立する輝度範囲の上限と下限では異なるメカニズムによって決められていることが示唆される。誘導パターンの輝度が異なる場合のパターンの前後関係については、図5と同様の結果が得られ、パターンの前後関係は重なり領域の色度によって決められることが分かった。

4. 結論

以上の結果、透明視が成立する、重なり領域

の輝度には幅があり、その幅は背景の有無によって変化することが分かった。さらに、輝度範囲の上限と下限では特性が異なることが示された。また、前後関係については、重なり領域の色度によって決められることが分かった。

本研究では、重なり領域が2つの誘導パターンの加法混色線上の色の場合のみ検討したが、今後は色度図上の各点での検討を考えている。また、透明視が成立する要因と考えられる両眼立体視や、動きのメカニズムとの関わりについても検討していく必要がある。

文 献

- 1) J. Beck, K. Prazny, R. Ivry: The perception of transparency with achromatic colors. *Perception and Psychophysics*, 35, 407-422, 1984.
- 2) 大山 正, 中原淳一: 透明視に及ぼす明度, 色相, 面積の影響. *心理学研究*, 31, 35-48, 1960.