

## 自然な透明視の成立限界

鈴木 修二・内川 恵二

東京工業大学 大学院 総合理工学研究科

〒227 横浜市緑区長津田町 4259

### 1. はじめに

光学的に不透明な色紙を組み合わせたモンドリアンパターンを見ると、透明に知覚される部分があるように、知覚的な透明視が成立するためには必ずしも実際の透明物体がある必要はない。透明視は隣接領域間の関係により発生するものである。人間が知覚する透明視においては、遮蔽と異なり、見えのレベルで周囲の背景が透明視の成立している部分に補間され、あたかもその部分にフィルターを重ねておいたように見えていると考えることができる。このとき背景と知覚的透明面という2つの面を奥行きの前後関係をつけて同時に知覚している。透明視に関する研究は、白黒図形においては透明視を混色の逆過程と仮定する Metelli の定量モデル<sup>1)</sup>や、図形的配置の必要条件を調べたもの<sup>2)</sup>などがあるが、色の関係を含めたものは少ない。本研究では透明視が成立する色度、輝度の関係が光学的な透明条件をどの程度反映しているのかを調べた。ここでは、実在するフィルターにおいて透過光の単色性を高めようとするとき、必然的に透過波長域が狭くなり輝度透過率が低くなることに着目した。すなわち、輝度透過率を設定すると実現可能な透過光の色度を色度図上にプロットできる。もし透明視が光学的に拘束されているなら、この範囲外ではもはや光源のように見えるか、透明に見えてもその透明面自体が発光しているように見えなければつじつまが合わない。本実験では光学的条件との対応を調べた。

### 2. 実験方法

CRTに図1のような刺激を呈示した。本実験では透明視が成立しやすいように予め輝度差(輝度比 2.0)をつけた背景A, Bを模擬している。

被験者は中心部分P, Qに透明面があると意識して見る。そして各刺激の中心部分に対し

(1) 透明として見るができない。

遮蔽や光源のようにしか見えない。

(2) 透明として知覚できるが不自然。

一応透明面として知覚できるが、その透明面自体が発光しているように見える。

(3) 自然な透明

のいずれかで応答する。

等エネルギー白色背景、色つき背景を模擬した2条件で実験した。

(1) 等エネルギー白色を模擬した場合

被験者 SS, MK.

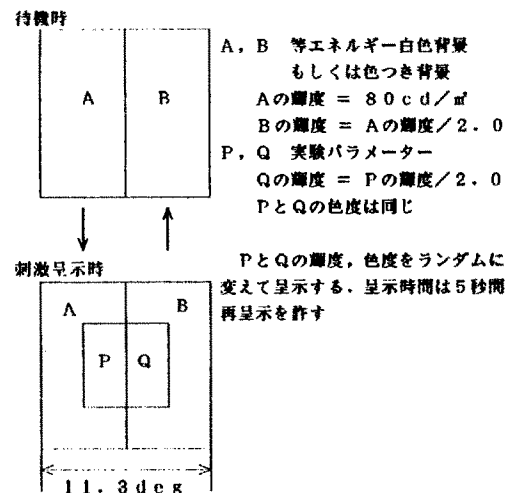
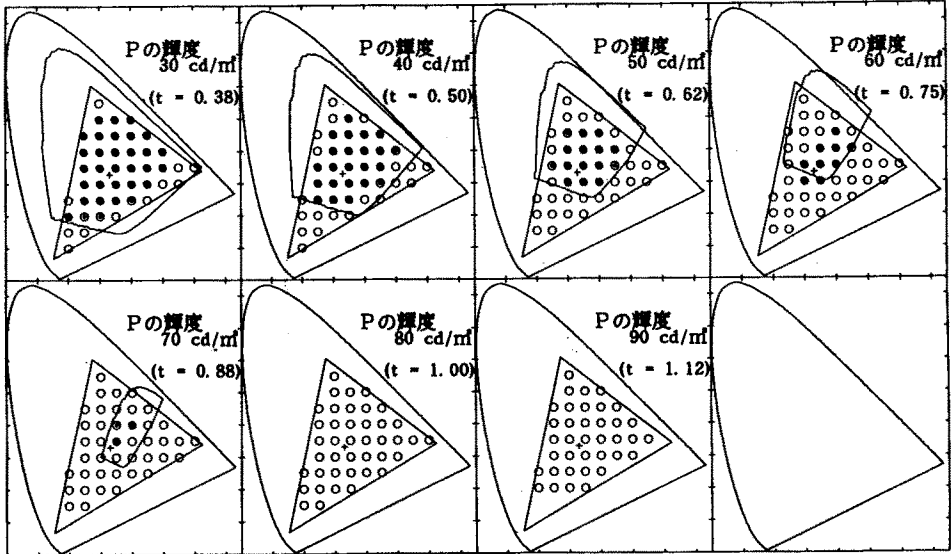
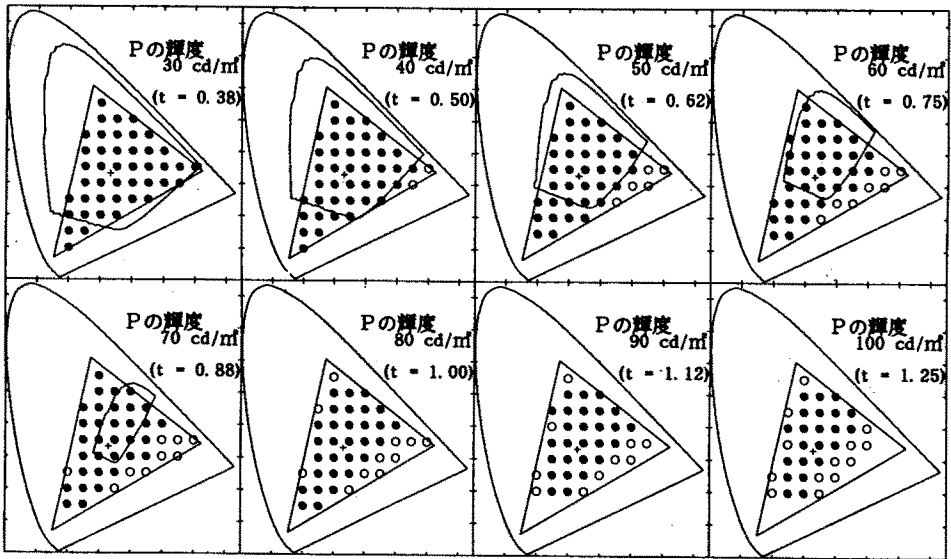


図1 実験刺激

被験者 SS (試行数10回)



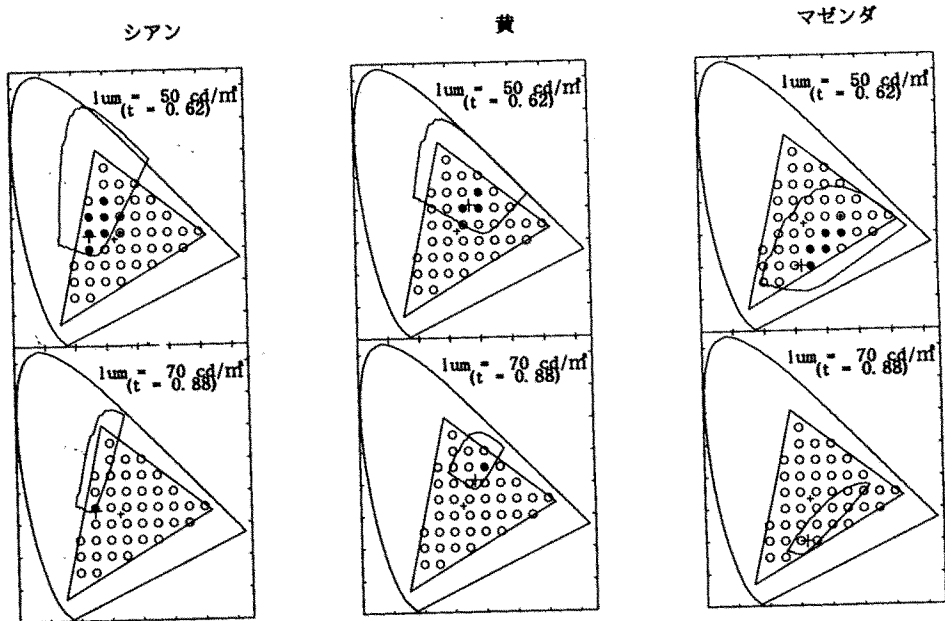
被験者 MK (試行数5回)



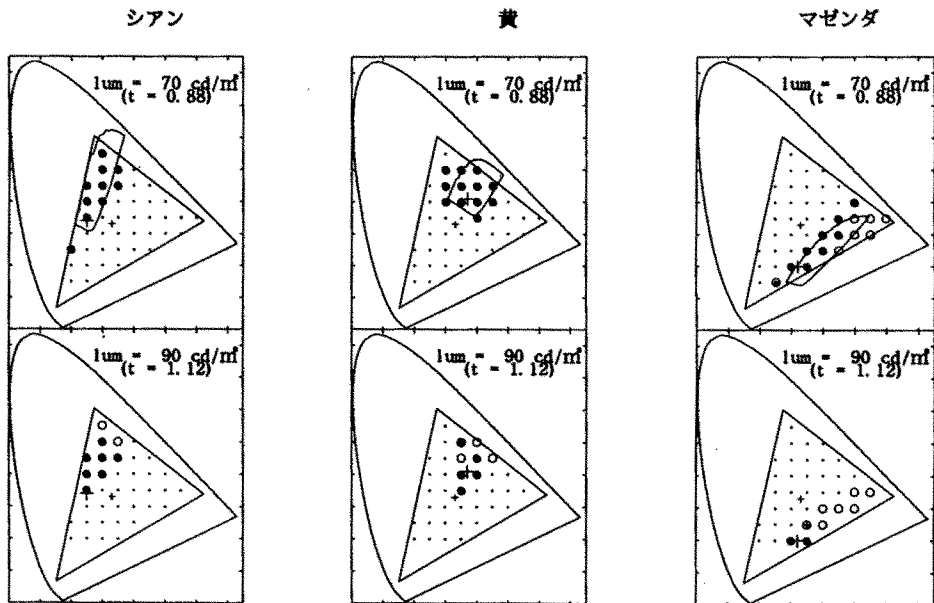
不透明                      不自然な透明  
 ●                              ●  
 自然な透明                  自然、不自然が同数

図2 白色背景での実験結果。視輝度図内の閉曲線で囲まれた領域が光学的に透明可能な領域である。等エネルギー白色として計算した。

被験者 SS (試行数10回)  
Pの輝度は 50 cd/mf と 70 cd/mf



被験者 DM (試行数5回)  
Pの輝度は 70 cd/mf と 90 cd/mf



不透明  
●  
自然な透明

○  
不自然な透明  
●  
自然、不自然が同数

図3 色付背景での実験結果。視輝度図内の閉曲線で囲まれた領域が光学的に透明可能な領域である。本文中に示した色付背景の分光特性で計算した。被験者ごとに適当な2つの輝度レベルを選び実験した。

## (2) 色つき背景を模擬した場合

被験者 SS, DM.

背景は以下の3色を模擬している。

シアン (0.25, 0.34) 透過波長域 400~600 nm

黄 (0.25, 0.34) 透過波長域 450~700 nm

マゼンダ(0.25, 0.34) 透過波長域 400~520 nm  
& 590~700 nm

試行数は被験者SSが各10回, 他の被験者は各5回である。

## 3. 実験結果

試行数10回のときは6回以上, 試行数が5回のときは3回以上, 透明に見ることができないと応答したときは<不透明>の範疇とする。あとは自然な透明視と不自然な透明視の応答数を比較し多い方をその範疇とする。図2に等エネルギー白色背景を模擬した場合の結果, 図3に色つき背景を模擬した場合の結果を示す。色度図内の閉曲線は分光透過率が1か0の理想色フィルターで計算した光学的に透明可能な色度範囲である。この範囲外が実現不可能で経験としてはあり得ない領域である。もちろん, この場合は領域の大きさが最小の場合であり, 背景の分光特性が平坦でなくなれば透明可能範囲はこれより広がる。図2を見るとSSについては透明可能範囲よりも自然な透明視の範囲が狭く, 実際に起こり得る状況に違和感を感じている。一方, MKについては逆に広く, 背景よりも輝度が高いのに自然な透明として知覚している。図3においても被験者は異なるが同様の結果となっている。どちらにしても相対的に大きなずれはあるが, 輝度透過率の変化に対する自然な透明視の成立範囲の形状の全体的な傾向だけをみれば, 光学的透明可能範囲をある程度反映しているように思われる。

## 4. 考察とまとめ

実験結果は経験により学習される光学的可能範囲の関与を示唆させる結果となった。本実験では被験者間で相対的に大きなずれがあるが, これを単に経験の差に基づく個人差とするには

無理があるように思われる。そもそも<透明に見えるか>, <透明面が発光して見えるか>という判断基準そのものに何らかの曖昧さが残っているかもしれない。透明視メカニズムの解釈の帰結として発光して見えたのか, それとも単に明るい刺激なので発光して見えたのか<sup>3)</sup>を分離していない。また, 輝度透過率が1を越えるか否かで領域分けをしたが, 背景と透過光の分光成分の違いを考慮していないことにも問題がありそうである。分光成分, 色みの変化を含めた検討が必要である。また透明視図形は一般に多義図形であり, 暗い部分を透明視と陰影のどちらで解釈するか, また透明視としてどの面を透明面とするかは被験者のアテンションによるため, これが不確定要素となっている。

本実験では自然な透明視の成立する輝度の高い方の限界を調べたことになるが, 逆に低い場合には光学的には透明として可能だが, 知覚的には遮蔽としてしか見えないとか濁った半透明として見える。この輝度が低い場合の濁りの知覚は興味深く今後の研究課題である。

## 文 献

- 1) F. Metelli: The perception of transparency. *Scientific American*, 230, 90-98, 1974.
- 2) K. Nakayama, S. Shimojo and V. S. Ramachandran: Transparency: relation to depth, subjective contours, luminance, and neon color spreading. *Perception*, 19, 497-513, 1990.
- 3) R. M. Evans: Fluorescence and gray content of surface colors. *Journal of the Optical Society of America*, 49, 1049-1059, 1959.