

色ノイズ背景上における色検出：臨界面積の測定

舟川 政美

日産自動車（株）総合研究所 車両研究所

〒237 横須賀市夏島町 1

1. はじめに

輝度チャンネルと比較して、色チャンネルの最も顕著な特徴は、空間的にも時間的にも分解能が低いことである。従って、色指標の検出閾は、色指標の大きさとその呈示時間とに大きく依存して変化する。また、色探索実験では、ディストラクタとターゲットとの色空間における linear separability がターゲットの pop-out の有無を規定するという報告があり^{1,2)}、閾レベルにおいても同様のディストラクタの効果が期待できる。

本研究では、背景に対し様々な色差をもつ指標の見やすさを、臨界面積を測定することによって評価した。また、組成の異なる様々な色ノイズを付加することによって、臨界面積がどう変化するかを調べた。

2. 実験

2.1 装置

装置は、フレーム・バッファ (DIGITAL ARTS HyperFrame3) を介しコンピュータ (NEC PC9801) により生成・制御され、9"カラーCRT (Victor CM-9G72) 上に呈示された。

2.2 刺激

背景及び色指標の色度は、全て $L^*a^*b^*$ 色度図上で記述した。事前にディスプレイを測色し、デジタル画像の RGB 値とディスプレイ表示の色度との対応付けを行った。背景はガウシアン色ノイズで構成された。背景の平均色度 ($a^*=0, b^*=0$) の時、色ノイズの色度変調軸

は、 $a^*=0$ (b^* 軸, 黄青軸) あるいは $b^*=0$ (a^* 軸, 赤緑軸) で $\sigma=4$ であった。背景の平均色度 ($a^*=11.3, b^*=11.3$) の時、色ノイズの色度変調軸は、 $b^*=a^*$ (彩度軸) あるいは $b^*=22.6-a^*$ (色相軸) で、 $\sigma=5.3$ であった。背景の平均色度を中心に 8 方位に色差 2, 4, 8, 16, 32 の計 40 色の色指標 (円形) について、臨界面積を測定した (色指標の色度がディスプレイの色域を超える場合、表示可能で最も近い値を用いた)。また、比較のため、2 種の背景それぞれに色ノイズがない場合の測定も行った。刺激画面全体には、輝度コントラストが検出の手がかりを与えるのを避けるため、ガウシアン輝度ノイズ (平均 $L^*=45, \sigma=2$) を付加した。色指標の呈示位置は、ディスプレイ中央から左右に 1 度の位置の周囲 0.5×0.5 度の範囲でランダムに選択され、呈示時間は 500 ms であった。

2.3 手続

被験者は、暗室内で観察距離 114 cm からディスプレイ中央を見た。セッションの最初に検出すべき色指標が 3 秒間呈示された。被験者は、色指標が画面の右側に呈示されたか左側に呈示されたかを判断した。正反応の場合、次試行で呈示される色指標の大きさは縮小し、誤反応の場合、逆に拡大した。強制選択・上下法に従い正反応率 70 % を基準に閾値 (臨界面積) を決定した。

3. 結果及び考察

背景の平均色度毎に、被験者 MF の結果を図

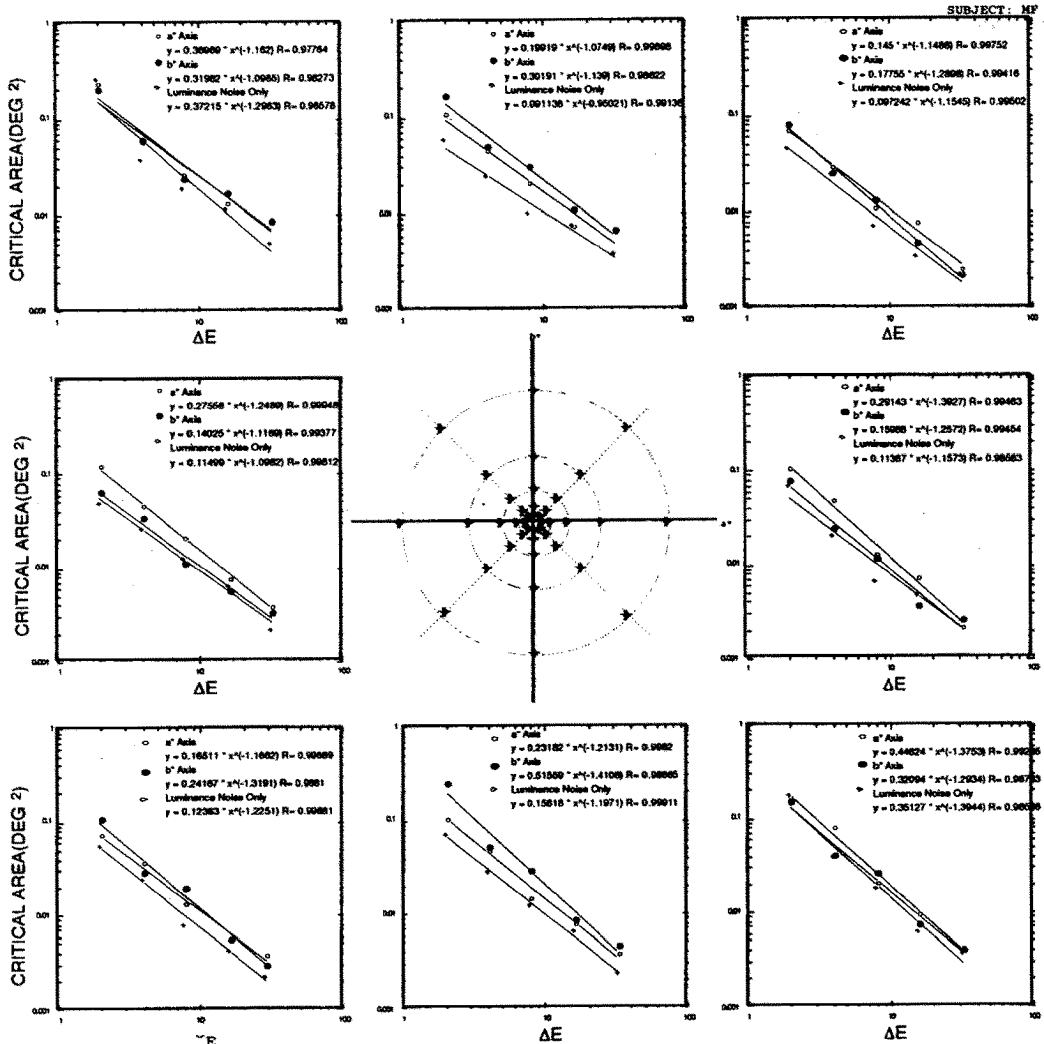


図1 背景の平均色度 (a*=0, b*=0) の時の結果。測定された臨界面積は、背景色からの方位毎に、背景色と検査色との色差の関数として、回帰直線とともに示した。シンボルの違いは、色ノイズの種類と有無を示す。検査色の色度は、中央にL*a*b*色度図上の点として示した。被験者MF。

1, 2に示す。また、これらの結果に基づいて算出した等感度線を図3に示す。もう一人の被験者の結果も同様であった。

背景の平均色度に関わらず、色指標と背景との色差が小さいほど、臨界面積は大きくなり、その関係は、べき関数で記述できた。べき関数の各係数は、背景の平均色度および背景色からの色差の方位によって異なっている。図3から、等感度曲線は、b*軸から反時計回りの方向に幾分傾けた軸を長軸とする楕円形をしており、総じて、黄と青の領域で感

度が低い。これは、L*a*b*色空間の等色差性の不完全さの他、赤緑チャネルと比較しての黄青チャネルの空間特性³⁾、短時間呈示の効果、即ち、赤緑チャネルと比較しての黄青チャネルの時間特性をも反映した複合した効果と考えられる。

色ノイズの効果としては、色変調軸上の色指標の閾値上昇の他、それ以外の色指標も色ノイズがない場合に較べ幾分閾が上昇した。しかし、より詳細に述べると、赤緑ノイズの効果は、黄青ノイズに比較して色選択性が低

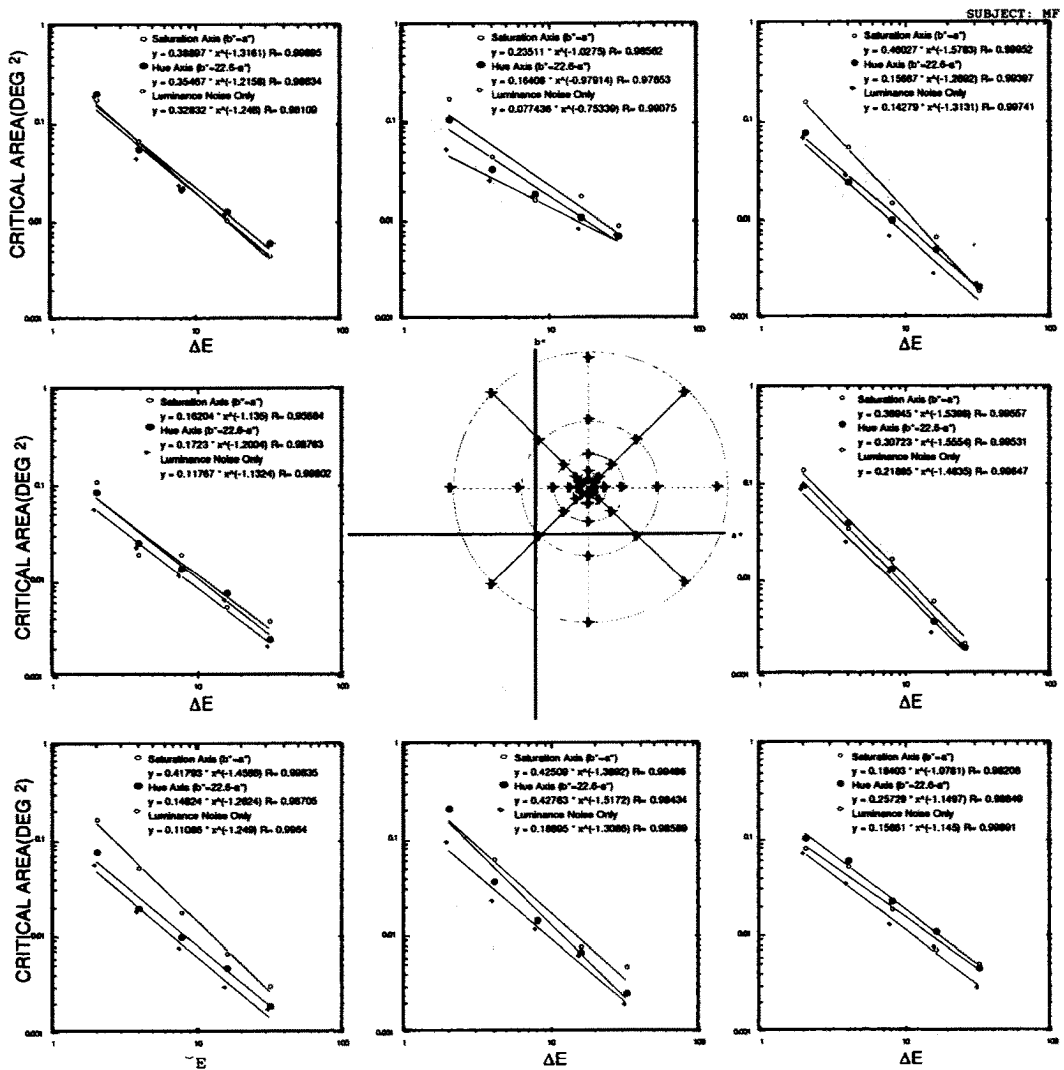


図2 背景の平均色度 ($a^*=11.3, b^*=11.3$) の時の結果。測定された臨界面積は、背景色からの方位毎に、背景色と検査色との色差の関数として、回帰直線とともに示した。シンボルの違いは、色ノイズの種類と有無を示す。検査色の色度は、中央に $L^*a^*b^*$ 色度図上の点として示した。被験者MF。

く、ノイズの色変調軸に直交する軸上の色票に対してさえ、閾値を上昇させたのに対し、黄青ノイズは、その効果の色選択性が相対的に高く、ノイズの色変調軸に直交する軸上の色票の検出に与える効果は僅かであった。色相ノイズと彩度ノイズの比較でも同様の違いが認められ、彩度ノイズの効果が広範なのに比べ、色相ノイズの効果は狭い。図3に示した等感度曲線は、反時計回りに傾いた縦長の楕円をしている。従って、ノイズの色変調の

実効的な大きさは、変調軸の向きによって異なると考えられる。ノイズの色変調軸の違いによるノイズ効果の差の一部は、これによって説明されるだろう。

これら色ノイズの効果は、色探索場面におけるターゲットとディストラクタ間の linear separability の効果とは異なっているようにみえる。Pop-out とは、高時間周波数領域における閾上の現象であり、linear separability の効果もまた、閾上での効果と考えられる。

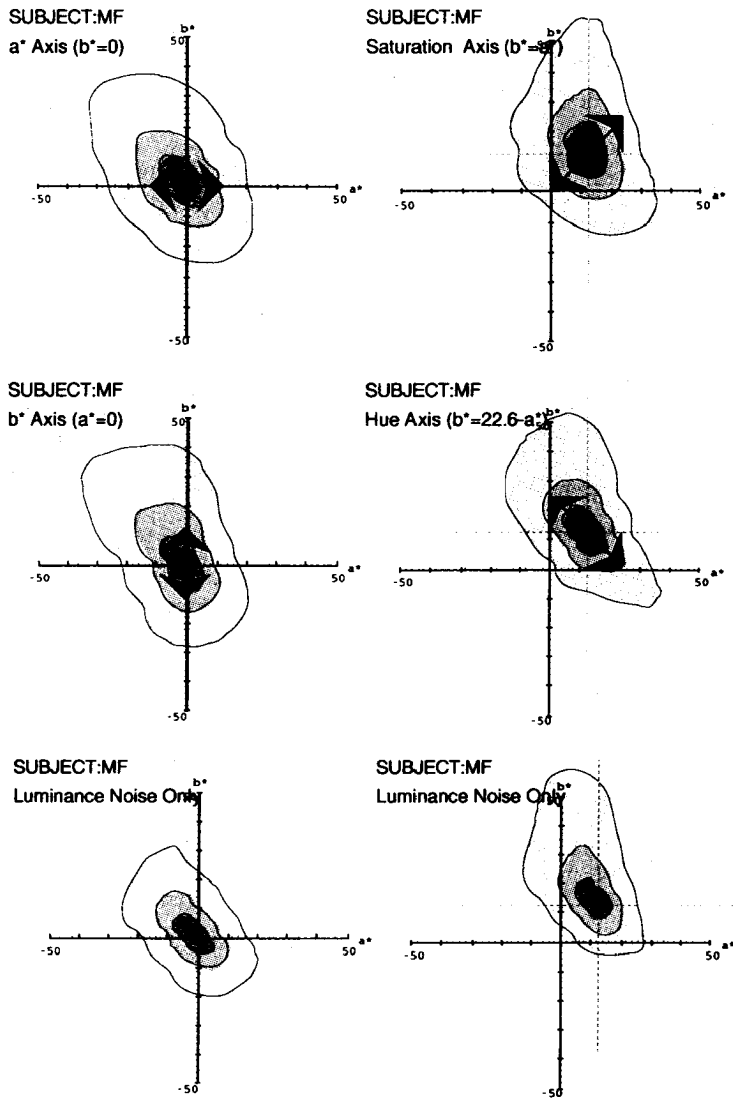


図3 等感度線。左列は背景の平均色度 ($a^* = 0$, $b^* = 0$) , 右列は背景の平均色度 ($a^* = 11.3$, $b^* = 11.3$) の時の等感度線。各等感度線は、内側から $A_c = 0.1, 0.0464, 0.0215, 0.001, 0.00464$ Deg^2 として算出した。色ノイズの分布を矢印で示した。

文献

- 1) B. Bauer, P. Jolicoeur and W. B. Cowan: Visual search for colour targets that are or are not linearly separable from distractors. *Vision Research*, 36, 1439-1465, 1996.
- 2) M. D'Zmura: Colour in visual search. *Vision Research*, 31, 951-966, 1991.
- 3) 舟川政美: 輝度ノイズ下における色コントラスト感度の測定. *VISION*, 6, 185-186, 1994.