

色度図全域における明るさ効率比の測定

The B/L Ratios in the Whole Area of the Chromaticity Diagram.

阿山みよし
池田 光男

(財)東京都神経科学総合研究所
東京工業大学総合理工学研究科

Miyoshi Ayama
Mitsuo Ikeda

はじめに： (1)式で表される輝度が色光の明るさを正しく評価しない場合があることはよく知られている。

$$L = K_m \int L_{e,\lambda} V(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

ここで L は輝度、 K_m は最大視感度、 $L_{e,\lambda}$ は分光放射輝度、 $V(\lambda)$ は標準視感度関数である。これは主として、 $V(\lambda)$ が明るさを判断基準として測定された分光感度と異なること、及び明るさの加法則不軌により複合光の明るさが(1)式のような積分で表せないことに起因する。そこで現在のところ「輝度と明るさの不一致」を定量的に表す指標として明るさ効率比 (B/L) がしばしば用いられている。 B/L はある明るさの参照光輝度(B)とそれと等しい明るさのテスト色光輝度(L)の比で表される。視覚・色彩・照明の関連分野においては等輝度よりも等明るさが本質的であり、色度図全域における B/L 値の確立は重要な課題である。そこで本研究では色度図全域における明るさ効率比を4名の色覚正常な被験者において測定した。さらに結果を明るさ知覚に関するNakano-Ikeda-Kaiserモデルを用いて解析した。

実験： テスト光はCIE1976 $u'v'$ 色度図上でほぼ均等に分布する195点の色光である。直径2°円形二分視野を用い、左半分はテスト光、右半分は120tdの白色参照光を呈示する。被験者はテスト光の強度を調整して参照光と等しい明るさにする。この明るさマッチングを4回繰り返し平均値をそのセッションの値とする。1~2分の暗順応後次のテスト光で同様の測定を行う。1セッションで20~30個のテスト光について測定し、すべてのテスト光について3セッション以上行った。参照光とテスト光の網膜照度の比をもって B/L 値とした。

結果および考察： 図1に4名の被験者の色度図全域における等 B/L 曲線の分布図を示す。図中の値は B/L 値の対数である。分布の様相に被験者間で顕著な相違がみられる。図2には各測定点の4名の

結果の平均値を基に描いた等 B/L 曲線の分布図を示す。等 B/L 曲線は黄-青方向に伸びる形状を示し、従来までのいくつかの研究結果と定性的に一致している。(1)、(2)

Nakanoらは明るさ知覚メカニズムのモデルとして次式を提唱している。(3)

$$\alpha \log R + \beta \log G + \gamma \log B = \text{Const.} \quad (2)$$

R, G, B は各々 R, G, B 錐体の吸収量であり、 α, β, γ は係数で $\alpha + \beta + \gamma = 1$ である。(2)式は色度図上の限られた範囲の色光を用いた明るさの加法性の実験から導出されたので、色度図全域の色光に対して適用できるかは確認されていない。そこで本研究で得られた明るさマッチングの結果を(2)式で近似してみた。 R, G, B の算出にはSmith-Pokornyの分光感度を用いた。色空間における等明るさ点の三次元的な分布を把握する1つのステップとして B 錐体の吸収量を5段階に分けて $\log R - \log G$ プロットをしてみた。図3は4名の被験者の結果で、 B 錐体の吸収量が大きい数個の点を除いては、いずれもほぼ2つの平面(図中に R, G で示される)で近似でき、色度図全域の色光についてほぼ(2)式で説明しうることが示された。被験者間の大きな相違を係数の相違で処理できるのは有力なモデルである。同一被験者においては B 錐体の吸収量の範囲によりわずかに α, β, γ が変化する。

明るさマッチングでは顕著な被験者間の相違が見られ無視できない問題である。色度図全域における B/L の分布に関しても、標準的な値を確立すると共に個別被験者の特性にどのように対応するかが今後の課題であろう。

(1)内川ら。照明学会誌、68 (1984) pp259-264.

(2)阿山ら。光学 18 (1989) pp549-557.

(3)Nakano et al. Vision Res. 7 (1988) pp799-810.

本研究は東京工業大学総合理工学研究科池田光男研究室で行ったものである。

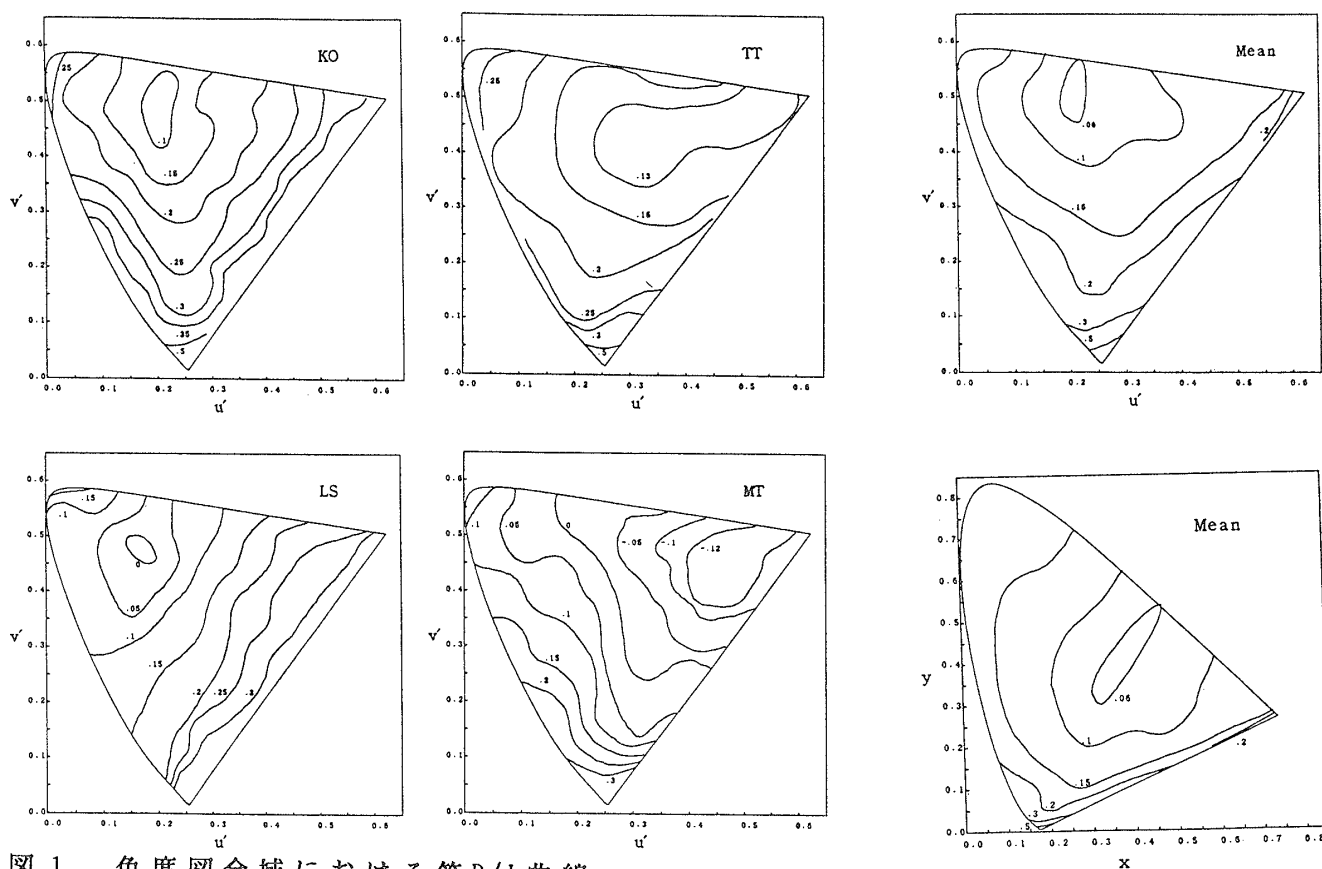


図 1. 色度図全域における等B/L曲線。
図中の値は $\log(B/L)$ 。KO, LS, TT, MTの結果。

図 2. 4名の平均値を基に描いた
色度図全域における等B/L曲線。

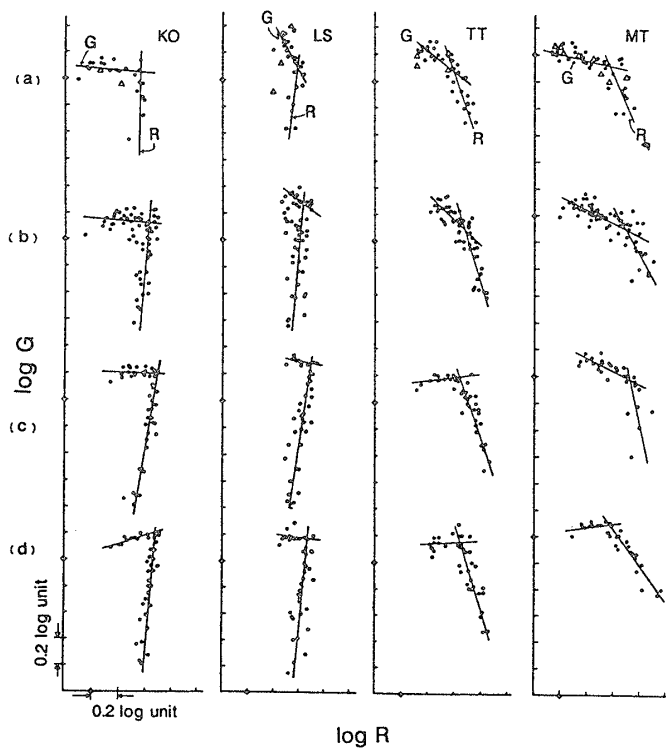


図 3. 明るさマッチングデータの(2)式による分析。横軸、縦軸は各々R,G錐体の吸収量の対数。◆は $\log R$ と $\log G$ が等しい値の点を表す。B錐体の吸収量を5段階に分けた。(a) $\Delta: \log B > 0$, $\bullet: -0.5 < \log B < 0$
(b) $\bullet: -1 < \log B < -0.5$ (c) $\bullet: -1.5 < \log B < -1$
(d) $\bullet: \log B < -1.5$
直線は各B錐体吸収量範囲での(2)式による近似平面をその範囲の中間値面に投影したもので、各々 $\log R$ 、 $\log G$ の係数が大きいR面とG面でほぼ表すことができる。