

等色実験における等色点の分布と色弁別閾の関係

Relation between Distribution of Color Matches and Color Discrimination Threshold

矢口 博久 千葉大学工学部情報工学科
 増田 功 千葉大学工学部情報工学科
 木本 光彦 千葉大学工学部情報工学科
 羽石 秀昭 千葉大学工学部情報工学科
 三宅 洋一 千葉大学工学部情報工学科

Hirohisa Yaguchi
 Isao Masuda
 Mitsuhiko Kimoto
 Hideaki Haneishi
 Yoichi Miyake

1. はじめに

人間がどのくらいの色の差まで識別できるかという色弁別能は、色彩産業、画像工学の分野で非常に重要であり、色差の評価式の改良にも有用である。色弁別能の測定はこれまでも数多く報告されており、等色実験における等色点の分布に基づくMacAdamの楕円¹⁾はよく知られている。しかし、MacAdamの実験は等輝度の条件で行なったものであり、色空間における3次元分布は測定していない。本研究では、(1)等色実験における等色点の分布と、(2)上下法による弁別閾の測定により、色空間における3次元的な色弁別能を測定し、さらにCIE1976均等色空間の評価を行なった。実験は赤、緑、青原色それぞれ12 bit可変のコンピュータ制御のCRTを用いた。

2. 等色実験における等色点の分布

図1のような2分視野の一方にD65と同じ色度をもつ輝度15 cd/m²の参照刺激を他方にこれと等色するためのマッチング刺激を呈示する。刺激は連続呈示である。等色法は、原色法と反対色法の2方法を用いた。原色法では、赤、緑、青原色を調節し、反対色法では輝度、r/g反対色成分、y/b反対色成分を調節する。背景視野は暗黒あるいは輝度50 cd/m²のD65白色を用いた。これは、色の見えのモードの影響を

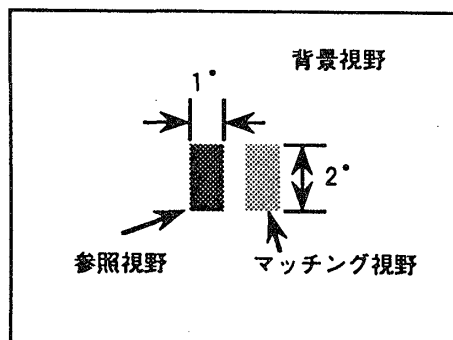


図1. 等色実験に用いた視野

調べるため、前者は光源色モード、後者は物体色モードに見える。また、刺激の空間的呈示条件による色弁別の影響を調べるため、2分視野の境界に0.1°の間隙を入れた場合と入れない場合についても測定を行なった。

図2は結果の一例で、CIE1976LUV空間における

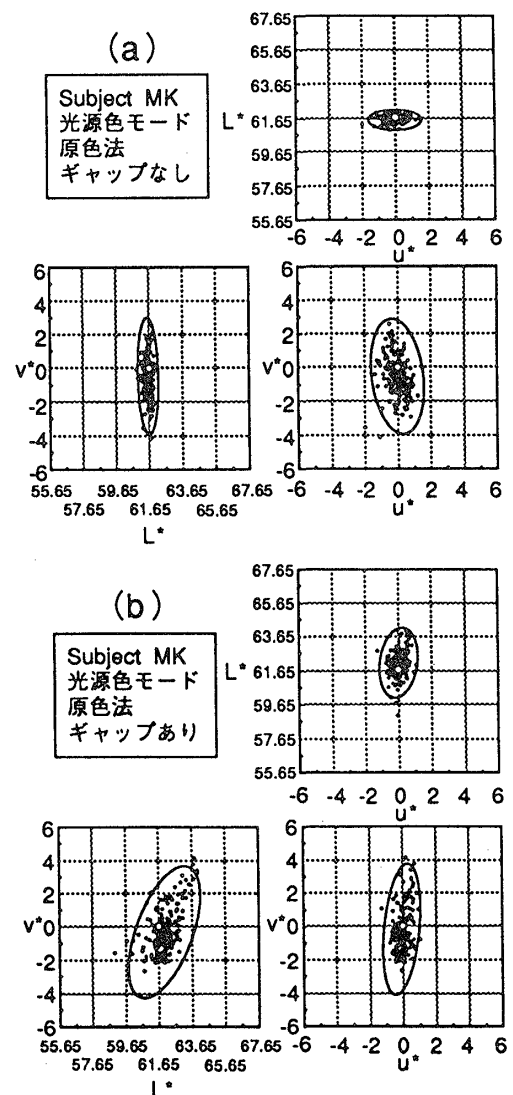


図2. L*u*v*空間における等色点の分布

等色点の分布の u^*v^* , L^*u^* , L^*v^* 各平面への射影を示している。これは、原色法、光源色モードの条件で (a) 間隙を入れない場合、(b) 間隙を入れた場合の結果である。図の楕円は各平面における等色点の分布の標準偏差の3倍の範囲を示している。間隙の有無により L^* 方向の分布に大きな差が見られる。間隙を入れることにより輝度方向の弁別能が低下する結果が得られた。また、モードの違いによる分布の差は認められなかった。

3. 上下法による色弁別閾

色弁別閾の測定は図3に示すような4つの呈示条件によって行なった。(a),(c)では周辺視野は暗黒、(b),(d)では50 cd/m²のD65白色を呈示し、それぞれ光源色モード、物体色モードとしている。(a),(b)では背景視野中央のドットを、(c),(d)では田の字型の窓の中心を固視点とする。固視点の右上、右下、左上、左下の4つのいずれかに15 cd/m²のD65白色背景視野とは僅かに色の異なるテスト刺激が呈示され、被験者はその位置を応答する。田の字型窓の目的は背景とテスト刺激の間の境界をなくすためである。テスト刺激のサイズは1°×1°で、呈示時間は200 msecである。閾値決定は上下法で行なった。刺激の増分あるいは

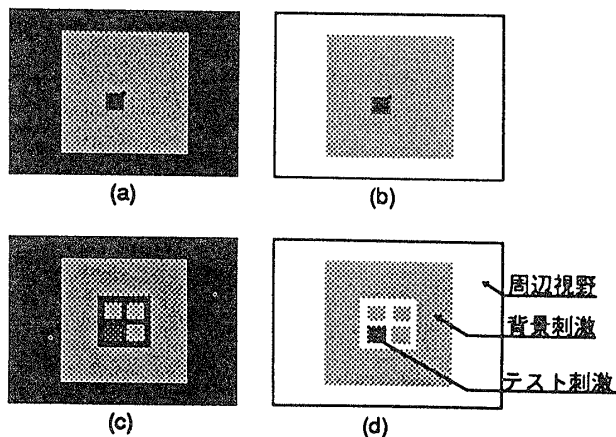


図3. 色弁別閾測定の刺激パターン

減分方向は色空間の26方向について行なった。

図4は結果の一例で、(a)光源色モード、(b)物体色モードにおける色空間の8方向における色弁別閾を色差 ΔE^*uv で表わしたものである。方向は(R,G,B)で表しており、例えば、(1,1,1)は赤、緑、青原色全て増分する方向である。ここでも、モード間の差は見られないが、間隙のある場合は弁別閾値が上昇する結果が得られた。

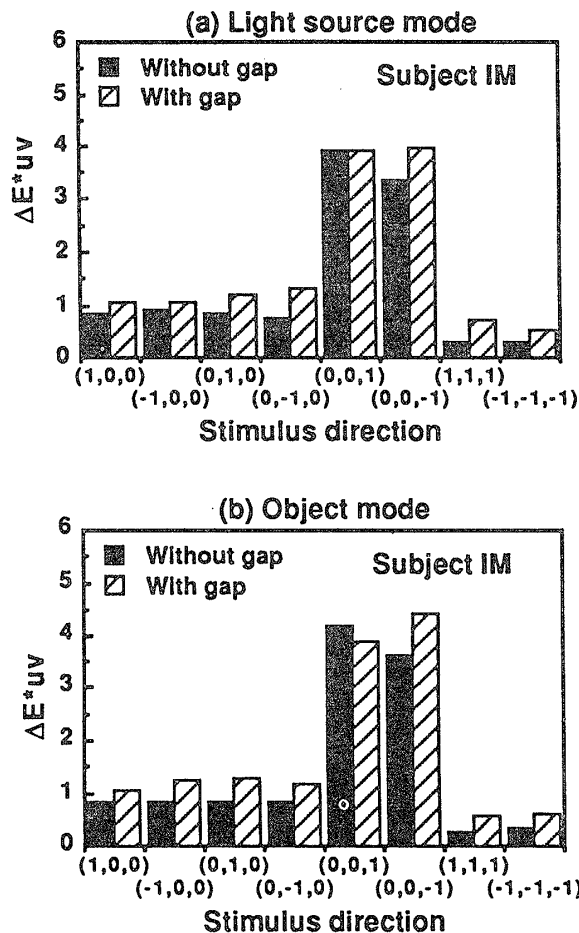


図4. 色弁別閾における色差

4. おわりに

色弁別能を等色点の分布と弁別閾の2点から測定したが、色の見えのモードの違いによる色弁別能の変化は観測されなかった。また、色弁別能は刺激の空間的呈示条件に大きく依存することが確認された。さらに、現在のCIE均等色空間は色弁別に関して均等でないことが明らかになった。今回は白色からの弁別についてのみ実験を行なったが、さらに種々の色について実験を継続し、色空間全体における3次元の色弁別能を測定していきたい。

参考文献

- (1) MacAdam, D.L. (1942). Visual Sensitivities to Color Differences in Daylight. *J. Opt. Soc. Am.* 32, 247-274.