

印刷物における許容色差の研究

Investigation of Acceptable Color-difference of Printed Document

西浦 美都子 Mitsuko Nishiura 京セラ ドキュメントソリューションズ株式会社
KYOCERA Document Solutions Inc.

矢口 博久 Hirohisa Yaguchi 千葉大学大学院 Chiba University
溝上 陽子 Yoko Mizokami 千葉大学大学院 Chiba University

羽野 弘子 Hiroko Hano 京セラ ドキュメントソリューションズ株式会社
KYOCERA Document Solutions Inc.

田中 一徳 Kazunori Tanaka 京セラ ドキュメントソリューションズ株式会社
KYOCERA Document Solutions Inc.

Keywords: 色差式, 印刷物, 許容, 彩度, 明度, 色相角.

1. はじめに

均等色空間である CIELAB の色差 ΔE^*_{ab} (CIE 1976)¹⁾は既知のように, 色によってはその数値の大きさと, 視覚的な印象が一致しないことがある. 視覚的な印象との一致を良くする目的で, これまでに ΔE^*_{ab} を改良したさまざまな色差式が提案されている.

CIE では現在, CIEDE2000 色差式²⁾を推奨している. この色差式は予測結果と視覚的な印象との一致も良いため, 広く利用されつつある. しかしながら DE2000 では, マンセル N5 を背景とした色差評価の結果をもとに開発されているため, 白紙を背景とした色差の許容評価においてはこのまま利用することができない. そこで白紙上の印刷物において, 視覚的な印象に合った許容色差式を開発するため, 普通紙白紙を背景として, 色の三属性である明度・彩度・色相角のそれぞれの方向に色を変調させたときの許容色差を調べた. その結果, 各属性における許容色差の結果に異なる傾向があることが分かったので報告する. またその傾向を予測する予測式を導出する検討を行ったので, それについても報告する.

2. 実験

実験は暗室内で行い, 光源は色評価用蛍光灯 (D₅₀, 演色 AAA) を使用し, 色票評価上の照度 500lx で, 背景には PPC 用紙 (ISO 白色度: 84%) を用いた. 実験色票は 20×20mm を用い, 明度・彩度・色相角のいずれかの方向に等間隔に色を変調させた色票を作成し, 各色票の間隔 5mm で横に並べて, 提示した. 被験者は 20 代~50 代の男女,

色覚正常者 20 名で評価した. 図 1. は明度変調の際に用いた実験色票である. 被験者にはある色 (例えば 0 番色票) を基準としたときに, 色の差は感じられると思うが, どこまでの色であれば許容できるかを, 番号で回答してもらった. 例えば色票の中間に許容がある場合は, 0.5 単位で回答してもらった.

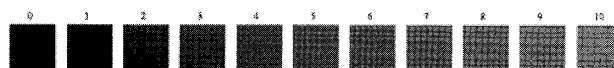


図 1. 実験色票例

3. 実験結果

(1) 彩度変調の許容結果について

実験色票は, Kodak Q-60™ ターゲットが使用していた 12 色相角 (h^* : 16, 41, 67, 92, 119, 161, 190, 229, 274, 299, 325, 350) を採用し, 明度は中明度 (L^* : 35~45 程度) と高明度 (L^* : 55~75 程度) の 2 水準で作成した³⁾. 彩度の変調は 0 番の色票を各色相角, 明度における自社複合機の最外郭彩度とし, ΔC^* : 3 間隔で彩度 0 までの色票を作成し, 評価した. この評価では高彩度へ色が変化したときの許容と, 低彩度側へ色を変化したときの許容を調べるため, 最外郭彩度の色票を基準に彩度が小さくなる方向への許容, 無彩色の色票を基準に彩度が大きくなる方向への許容, 最外郭と無彩色の中間彩度の色票を基準に, 彩度が大きくなる方向と小さくなる方向の両方の許容を評価した.

結果を図 2. に示す. 横軸は基準となる色票の彩度 C^* を, 縦軸は許容彩度差 $|\Delta C^*|$ である. 実線は平均を, 点線は標準偏差 $\pm \sigma$ を示している. 図 2. から許容彩度差は基準彩度の約 1/6 となることが分かる.

彩度が大きくなる方向 (高彩度側) と小さくなる

方向(低彩度側)の許容の傾向は図に示した程度の差が見られた。

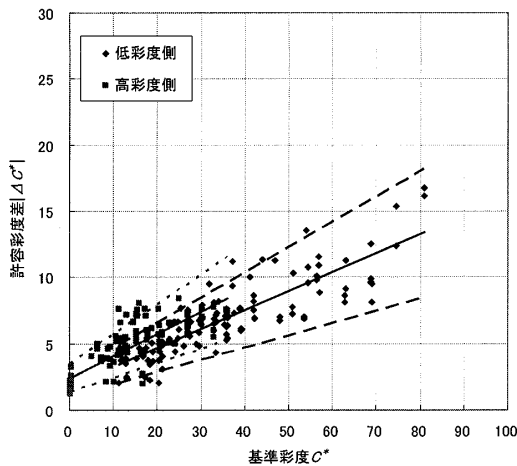


図 2. 彩度変調の許容結果

(2) 明度変調の許容結果について

実験色票は(1)の彩度変調の評価と同じ 12 色相角, 2 水準の明度を使用し, 彩度は中間彩度を使用した。明度の変調範囲は自社複写機の色域までとした。各色票の変調間隔は ΔL^*3 とした。この評価では, 最高明度から明度が下がる方向への許容と, 最低明度から明度が上がる方向への許容について評価した。結果を図 3. に示す。横軸は基準となる色票の明度 L^* を, 縦軸は許容明度差 $|\Delta L^*|$ である。実線は平均を, 点線は標準偏差 $\pm \sigma$ を示している。

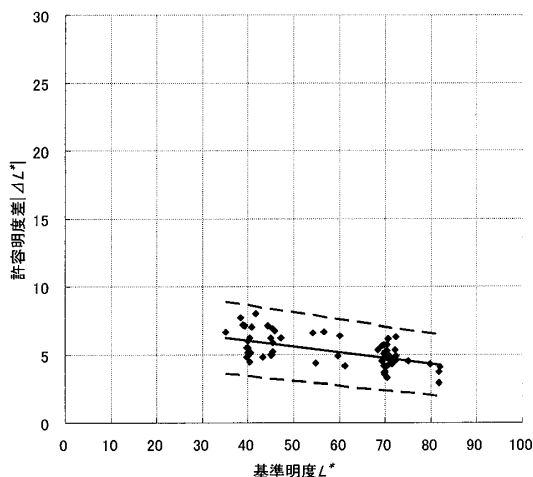


図 3. 明度変調の許容結果

図 3. から基準色票の明度が高くなるにつれて許容が狭くなっていることが分かる。これは背景を白紙にしたことによる Crispning 効果が影響していると考えられる。

明度変調においては, 明度が上がる方向と下がる方向の許容の傾向に差は見られなかった。

(3) 色相角変調の許容結果について

実験色票は彩度 3 水準 ($C^*10, 20, 40$), 明度 2 水準 ($L^*40, 57.5$) とし, 色相角はこれまでと同じ 12 色相で評価を行った。各色票の変調間隔は $\Delta E^*_{ab}2$ とした。この評価では, 基準色票の色相に対して, 時計回りに色相角が変化したときの許容と, 反時計回りに色相角が変化したときの許容を調査した。結果の一例 ($L^*57.5, C^*20$) を図 4. に示す。基準の色相角に依存せず, ほぼ一定の許容色相角差であることが分かった。また時計周り, 反時計回りの許容差もほとんど見られなかった。ただし, 個人間のばらつきは大きく, 今回の結果は 20 名の平均許容結果であるため, さらなる評価が必要である。

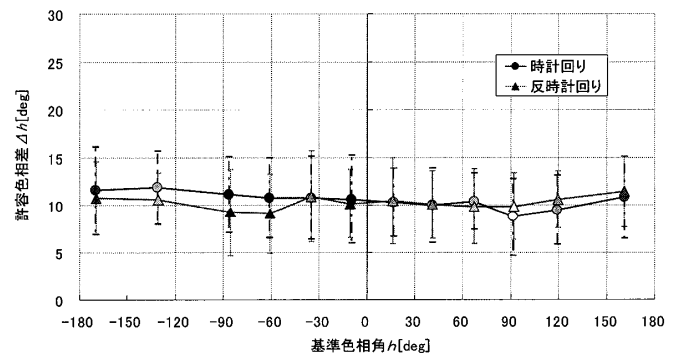


図 4. 色相角変調の許容結果

4. まとめ

彩度・明度・色相角それぞれの方向に色を変調させたときの許容差について調査した。例えば彩度変調の場合には, $|\Delta C^*| > C^*/6$ で許容されなくなるなど, 各属性で予測式の導出の見込みができた。今後, 三属性をパラメーターとした許容色差式の導出を検討する。

参考文献

- 1) Robertson, A.R: The CIE 1976 Color-Difference Formulae, Color Research & Application 2 (1977) 7-11
- 2) M.R.Luo, G. and B.Rigg: The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000, Color Research & Application 26 (2001) 340-350
- 3) JISX9202, 製版ディジタル交換—入力スキャナこう(較)正のためのカラーターゲット(1999) 183-221