

## 異なる背景色による LCD 上の色の見え方の変化に関する調査

目黒 大樹 石沢 千佳子 景山 陽一

秋田大学

## 1. 背景・目的

Web ページに対する操作が人間によるものか、それとも機械によるものかを判別するために、CAPTCHA と呼ばれる画像(以降、CAPTCHA 画像と表記する)が利用されている。CAPTCHA 画像は、文字に歪みやノイズを加えることで、機械による文字認識を困難にしている。しかしながら、情報技術の進歩に伴い、機械による文字認識が可能になりつつある[1]。

一方、人間の色知覚にはあいまいさが含まれる。例えば、白の背景色を用いてグレーを提示した場合、色の対比[2]と呼ばれる視覚特性が作用し、本来のグレーよりも暗い色として知覚されることが知られている。このような人間の色知覚のあいまいさを利用し、本来の色とは異なる色を人間のみ知覚させることができれば、より強固な CAPTCHA 画像の開発が可能になると考える。

そこで本研究では、色の対比を利用した CAPTCHA 画像の開発にあたり、背景色の影響に依る色の認識範囲の変化を明らかにすることを目的とする。本稿では、異なる背景色を用いて液晶ディスプレイ(以降、LCD と表記する)画面上に提示した赤、黄、緑、青の4種類の色の見え方を調査したので報告する。

## 2. 使用色

実験時に色を選択するために被験者に与えた色名(以降、対象色と表記する)は、ヘリングの反対色説[3]で心理 4 原色として定義されている赤、黄、緑、青の4色である。

LCD 画面上に表示した色(以降、提示色と表記する)は、階調値 54, 99, 156, 210, 255(以降、基準階調値と表記する)の無彩色から RGB 成分を等量ずつ減少させて作成した合計 2,219 色である。そのうち、対象色の補色から色相角が前後 60°未満に属する色を除外した 1,537 色を対象色毎に設定し、LCD 画面上に提示した。

提示色を LCD 画面上に表示する際に使用した背景色は、無彩色であるグレー、白、黒に加え、対象色の補色として設定した彩度 80%程度の高彩度色および彩度 30%程度の低彩度色の合計 5 色

である。提示画面の概要を図 1 に示す。

## 3. 目視評価実験

LCD 画面上に表示した提示色の中から、対象色に該当すると判断される色を選択する実験を行った。被験者は、日頃からコンピュータを使用している 20 代の男女 9 名(虹彩: ダークブラウン、男性 5 名、女性 4 名)である。実験は、色評価用 D65 光源の設置された室内(黒色のブラインドで外乱光を遮断)で行った。被験者の頭部周囲の照度は 280~325lx、LCD と被験者の距離は約 60cm である。なお、本研究は「秋田大学手形地区における人を対象とした研究に関する倫理規程第 6 条第 2 項」に基づき、被験者の同意を得てデータを取得した。

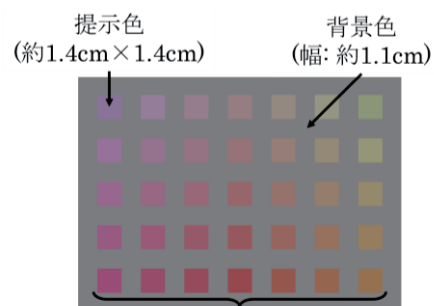
## 4. 解析手法

## 4.1. L\*C\*H\*値の算出

被験者の過半数が対象色と認識した色(以降、認識可能色と表記する)を背景色毎に抽出した。その後、XYZ 推定式[4]を用いて RGB 値から L\*C\*H\*値を算出した。L\*C\*H\*表色系は知覚的に均等な色空間を持ち、人間の感覚に近い色表現が可能な表色系である。L\*値は明度、C\*値は彩度、H\*値は色相を示す。また、C\*値は H\*値によって取りうる値の範囲が異なることを考慮し、本研究では C\*値の割合を用いて解析を行った。

## 4.2. 対象色における認識幅の比較

4.1 節で求めた L\*C\*H\*値のうち、C\*値が取る値の幅を算出し、背景色毎の認識傾向について比較した。また、反対色と背景色が色認識に与える影響の関係性に着目し、赤と緑、黄と青の対象色の組についても同様に比較した。なお、C\*値の幅は、背景色と基準階調値毎に得られる最大値と最小値の差分である。



提示色数・基準階調値毎に異なる

図 1. 提示画面の概要

Investigation of changes in color perception on the LCD with different background colors

Daiki Meguro, Chikako Ishizawa, Yoichi Kageyama  
Akita University

5. 解析結果および考察

5.1. グレーと補色の背景色を用いた場合の比較

背景色がグレーおよび補色の場合について、各対象色の認識可能色における C\*値の幅を表 1 に示す。表 1 では、高彩度の補色を「補色(高)」、低彩度の補色を「補色(低)」と表記し、C\*値の幅がグレー背景よりも広い場合を黒で塗り、認識可能色が存在しない場合を斜線で示している。

表 1 から、黄および緑の C\*値幅は、補色を背景色に用いたときに広がる場合がある(黒塗り部分)。この結果は、対象色の補色を背景とした色の提示は、グレー背景では対象色と認識されない色を対象色に認識させられることを示唆している。

また、補色の背景色同士で認識可能色の C\*値幅を比較すると、高彩度の補色を背景色に用いたときに広い傾向が示されている。例えば、緑の C\*値幅は、全ての基準階調値において高彩度の補色を背景色とした場合に広い結果が示されている。したがって、補色の彩度が高いほど、認識可能色の範囲を広げられるといえる。

5.2. 無彩色の背景色を用いた場合の比較

背景色がグレー、白、ならびに黒の場合について、各対象色の認識可能色における C\*値幅を表 2 に示す。

表 2 から、黄の C\*値幅は、白および黒を背景色に用いたときに広がる場合がある(黒塗り部分)。また、緑の C\*値幅は、白を背景色に用いたときに広がる場合がある。この結果は、グレーと異なる明度の無彩色を背景とした色の提示は、グレー背景では対象色と認識されない色を対象色に認識させられることを示唆している。

さらに、白背景と黒背景で認識可能色の C\*値幅を比較すると、白を背景色に用いたときに広い傾向が示されている。例えば、緑の C\*値幅は、基準階調値 99, 156, 210, ならびに 255 において白を背景色とした場合に広い結果が示されている。したがって、無彩色の明度が高いほど、認識可能色の範囲を広げられるといえる。

5.3. 対象色の組に着目した比較

表 1 および表 2 より、赤と緑を比較すると、背景色の影響によって認識可能色の C\*値幅は、緑において広く、反対に赤において狭くなる傾向が認められる。黄と青についても同様に比較すると、認識可能色の C\*値幅は緑において広く、反対に赤において狭くなる傾向が認められる。黄および緑は、LCD 上において赤および青と比較して明るい色である。このため、黄および緑は赤および青と比較して背景色の影響で認識可能色の明度が高く知覚され、対象色と認識され

表 1. グレーと補色の背景色を用いた場合の C\*値幅

C*		基準階調値				
		54	99	156	210	255
赤	グレー	1.9	10.0	28.6	7.8	7.8
	補色(高)		1.9	4.2	3.7	3.7
	補色(低)		1.9	4.2	1.3	1.3
緑	グレー	10.2	17.3	44.0	22.2	14.0
	補色(高)	4.2	28.9	35.5	20.1	3.4
	補色(低)	2.0	23.0	24.9	6.7	0.1
黄	グレー		4.5	54.0	64.6	69.6
	補色(高)		14.2	26.1	49.0	51.8
	補色(低)		8.9	46.8	56.6	69.6
青	グレー	1.4	13.1	17.4	22.6	16.7
	補色(高)		2.6	6.0	17.5	11.6
	補色(低)	0.7	2.5	8.6	9.3	6.5

表 2. 無彩色の背景色を用いた場合の C\*値幅

C*		基準階調値				
		54	99	156	210	255
赤	グレー	1.9	10.0	28.6	7.8	7.8
	白		0.4	4.2	7.8	3.7
	黒	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2
緑	グレー	10.2	17.3	44.0	22.2	14.0
	白	4.2	17.0	33.1	48.6	28.3
	黒	4.2	7.2	5.1	4.2	1.4
黄	グレー		4.5	54.0	64.6	69.6
	白			0.2	7.6	88.9
	黒	2.6	20.1	25.8	22.1	48.3
青	グレー	1.4	13.1	17.4	22.6	16.7
	白		7.9	12.2	17.5	11.6
	黒	0.7	2.5	4.2	5.7	1.7

やすくなったと考えられる。

6. まとめ

本稿では、異なる背景色を用いて LCD 画面上に提示した赤、黄、緑、青の 4 種類の色の見え方に関して検討を行った。その結果、背景色の影響は LCD 上における色の明度が高いほど、大きい可能性が示された。

今後は、対象色の明度分布と背景色の影響における関係性について検討する予定である。

参考文献

[1] CLOUDFLARE: “CAPTCHA の仕組み | CAPTCHA の意味とは”, <https://www.cloudflare.com/ja-jp/learning/bots/how-captchas-work/> (Accessed 2023/1/10)

[2] 日本色彩研究所: “カラーコーディネーター入門 色彩 改訂版”, 日本色研事業株式会社 (2001)

[3] 日本色彩学会: “新編 色彩科学ハンドブック(第 3 版)”, 東京大学出版会 (2011)

[4] S. Kitano, C. Ishizawa, Y. Kageyama and M. Nishida: “Reduction Condition of Flicker during Switching of Two colors for Protection of Image Displayed on a Liquid Crystal Display,” International Journal of the Society of Materials Engineering for Resources, Vol.23, No.2, pp.184-188 (2018)