

平成21年 6月 19日現在

研究種目：基盤研究（C）  
研究期間：2007～2008  
課題番号：19500475  
研究課題名（和文） ユニバーサル色覚バリアフリー実現のための自動色補正技術の開発  
研究課題名（英文） Development of Automatic Color Modification Technique for Universal Barrier-Free of Color Perception  
研究代表者  
田中 清（TANAKA KIYOSHI）  
信州大学・工学部・教授  
研究者番号：20273071

## 研究成果の概要：

本研究では、ユビキタス時代における色の識別問題に焦点を当て、様々なデバイス上にウェブや画像データなどのコンテンツを表示・印刷する際に、高齢者や色覚が異なる方々（色覚異常者）が利便性を損なうことがないように、その配色を最も識別しやすい形式に自動的に最適補正するユニバーサルな色覚バリアフリーを実現するために必要な技術を開発したものである。2年間にわたる研究の結果、高齢者による色の見えとこれを考慮した対策の有用性がより明確になったと言える。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

## 研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：バリアフリー，色覚，自動色補正，高齢者支援

## 1. 研究開始当初の背景

色覚は視機能の主要な部分である。これまで先天性色覚異常（色覚異常者）については多くの検査結果に基づく知見があり、臨床に活かされている。しかし、高齢者（後天色覚異常）については、簡便な検査法や明確な診断基準がなかったことから、十分な検査が行われ、またその結果が臨床に活かされているとは言えなかった。ユビキタスネットワーク時代に入り、高齢者がパソコンでインターネッ

トに接続したり、携帯、カーナビなどのデバイスを使用して様々なコンテンツを閲覧・利用したりする機会が増え続ける現在、高齢者がコンテンツの色をどのように知覚しているか、加齢に伴う色覚機能の変化に注目した研究の重要性と必要性が高まっている。

## 2. 研究の目的

本研究では、色覚バリアフリーを実現する

具体的手段を与えるために、上記のとおり研究の重要性と必要性が高まっている加齢による後天色覚異常から先天色覚異常まで幅広く対応できるユニバーサルな自動色補正法を確立してその効果を検証するとともに、様々なデバイス上への実装方法を検討し、ユビキタスネットワーク時代における色覚バリアフリーの実現に資する。

### 3. 研究の方法

研究代表者と研究連携者が連携して行う。研究代表者は、工学的な見地から研究総括、方式の立案、システム設計・構築・実装、評価検証実験を行う。研究連携者は、医学的な見地から、理論解析、システム動作検証、心理物理実験を担当する。

研究代表者と研究連携者は定期的に打合せを行い、研究の進捗について確認するとともに研究の方向性について議論する。

研究内容は以下のとおりである。

- (1) 加齢に伴う色覚劣化を表現する、後天色覚異常の数学的なモデルを構築する。
- (2) 後天色覚異常を利用者が自己診断できる方法を確立し、サーバーや PC などに実装する。
- (3) (1)で構築した後天色覚異常モデルを用いて、高齢者による色の見えをシミュレーションする方法を確立する。
- (4) 後天色覚異常シミュレーションの結果に基づき、コンテンツに含まれる色の識別度を定量化し、配色を自動補正する方法を確立するとともに、デバイスへの実装方法を検討する。
- (5) (4)の自動色補正処理の効果を定量的、定性的および心理物理実験により検証する。

### 4. 研究成果

ユビキタス時代におけるユニバーサルな色覚バリアフリーを実現するために必要な技術を研究し、以下のような成果を得た。

平成 19 年度には、まず、加齢に伴う高齢者の色覚劣化を表現する、後天色覚異常の数学的なモデルの構築を検討した。モデルには加齢に伴う水晶体の黄変や老人性縮眼を含め、脳による色恒常性を考慮した。黄変フィルタにおける高齢者の若年者に対する水晶体透過率の計算には、Pokorny らによって亭主された Two-Factor モデルを用いた。(図 1 参照) 縮眼フィルタでは、Winn らによる一定

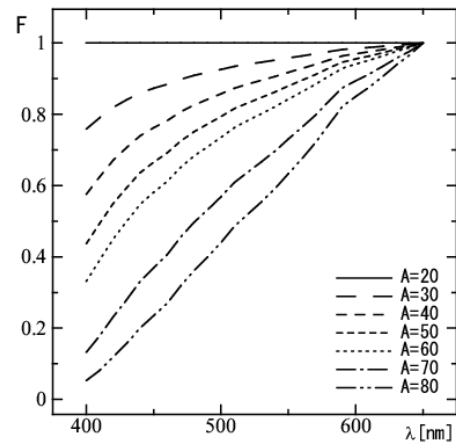


図 1 使用した黄変フィルタ

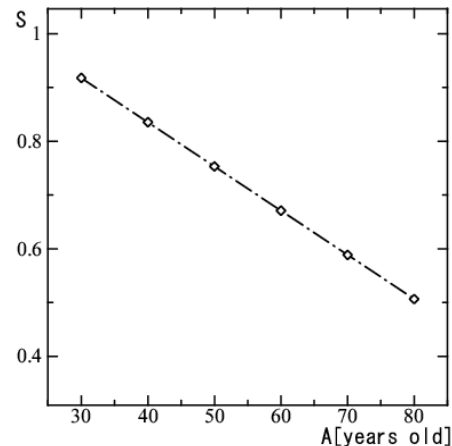


図 2 使用した縮瞳フィルタ

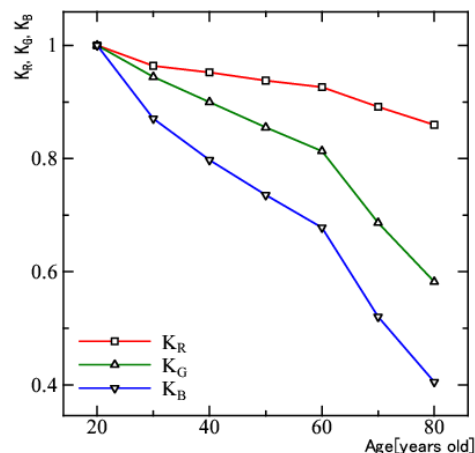


図 3 算出した実行輝度比の例 (ジャッド修正値利用)

照度での瞳孔の直径から、高齢者の若年者に対する老人性縮瞳による網膜照度の低下率を計算した。(図 2 参照) 次に、この後天色覚異常モデルを用いて、高齢者による色の見えをシミュレーションする方法を確立した。この方法は、高齢者の若年者に対する実行輝度比を利用し、入力したカラー画像に対して年齢を入力することにより、高齢者が観察し

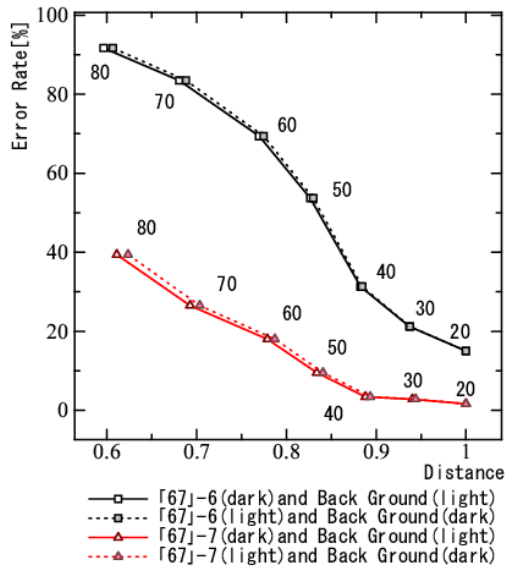


図4 加齢に伴う背景色と文字色間距離の減少と誤り率の例 (検査票 No. 5)

ているであろう出力画像を表示できる。参考までに、計算によって得られたR, G, B各信号に対する実行輝度比を図3に示す。また、視覚研究所が保有する高齢者に対するSPP色覚検査表を用いた臨床検査結果を利用し、SPP色覚検査表で用いられる色の加齢に伴う変化との関連性を調べた。検査表に用いられる隣接する背景色と文字色間の加齢に伴うL\*u\*v\*空間での距離の減少に対する誤り率の変化を観測したところ、色の組合せによっては加齢による色間距離の減少に対して誤り率が急激に増加することがわかった。その一例を図4に示す。

一方、後天色覚異常を利用者が自己診断できる方法ならびに上記の後天色覚異常シミュレーションの結果に基づくコンテンツ色の自動補正法については、その基礎的な検討を行った。

平成20年度には、まず、平成19年度に構築した加齢に伴う高齢者の色覚劣化モデルを用いた、高齢者による色の見えをシミュレーションする方法の改良を行った。従来法では、短い波長区間ごとに高齢者輝度を表す式を立て、その組み合わせによって解法した複数の結果の平均値を実行輝度比として取り扱っていたが、得られた解の精度が不十分な問題があった。そこで、新たに表示装置の発光スペクトルの波長特性を利用する方法を検討し、高齢者色覚シミュレーションの再現性を向上した。さらに、脳による色恒常性の前提を除外し、黄変による色味の変化を考慮した色覚劣化モデルを検討し、その影響を調べた。図3に対応する実行輝度比の変化を図5に示す。また、これを用いた図4に対応

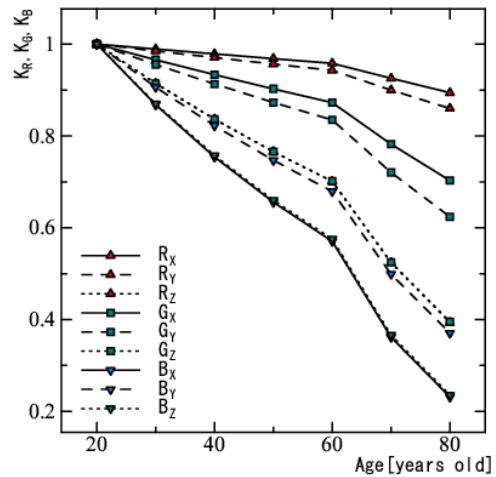


図5 改良モデルによる実行輝度比

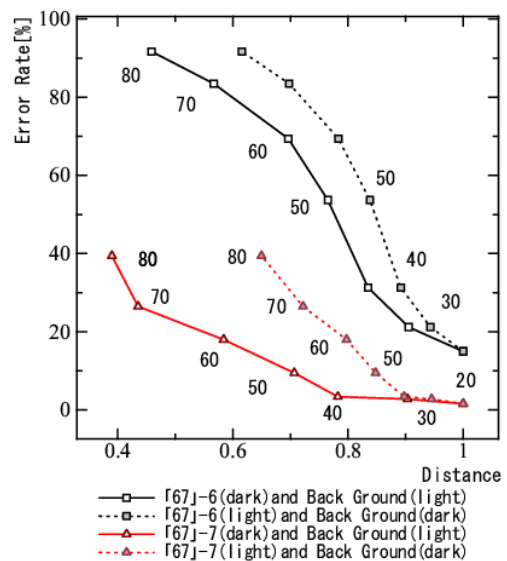


図6 改良モデルによる、加齢に伴う背景色と文字色間距離の減少と誤り率

するシミュレーション実験の結果を図6に示す。黄味を考慮した劣化モデルにより、色覚検査表を用いた実際の臨床結果により近い結果を得られることがわかった。

次に、高齢者の色の三重を考慮したコンテンツ色の自動補正法について検討を行った。入力したカラー画像に対して年齢を入力することにより、高齢者が観察しているであろう画像を出力し、この画像を利用して隣接色の加齢に伴うL\*u\*v\*空間での距離の減少を計測し、この距離ができるだけ大きくなるようにコンテンツの配色を修正する。加齢によって感度が減少しやすい方向に、この距離が増加するように修正することが有効であることがわかった。また、この方法の様々な表示デバイス上への実装方法についても基礎的な検討を行った。さらに、後天色覚劣化の自己診断方法については、検査用表示装置上

に実際に表示される色の精度検証を行うとともに、検査方法として確立するための基礎検討を行った。

2年間にわたる本研究を総括すると、高齢者による色の見えとこれを考慮した対策の有用性がより明確なつたとと言える。一方で、高齢者の色覚劣化検査法の確立やコンテンツ色の自動補正法の実装における課題が見出され、これらは今後の検討課題である。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計4件)

- [1] 中田 恵美子, 田中 清, 中村 英樹, 市川 一夫, 田邊 詔子, “発光スペクトルを用いた高齢者色覚再現法の検討”, 2008年画像符号化シンポジウム, pp. 45-46, 伊豆修善寺 (2008. 10).
- [2] 中田 恵美子, 田中 清, 中村 英樹, 市川 一夫, 田邊 詔子, “発光スペクトルを用いた高齢者色覚再現法の改良”, 平成20年度電子情報通信学会信越支部大会, pp. 86, 長岡高専 (2008. 9).
- [3] 田中 清, 中田 恵美子, 中村 英樹, 市川 一夫, 田邊 詔子, “高齢者視覚シミュレーションの検証”, 第61回日本臨床眼科学会, p. 277, 京都国際会議場, (2007-10).
- [4] 中田 恵美子, 田中 清, 中村 英樹, 市川 一夫, 田邊 詔子, “高齢者色覚再現に関する基礎検討”, 平成19年度電子情報通信学会信越支部大会, pp. 114, 長野高専 (2007-9).

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田中 清 (TANAKA KIYOSHI)  
信州大学・工学部・教授  
研究者番号：20273071

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし

### (4) 研究協力者

市川 一夫 (ICHIKAWA KAZUO)