

色覚異常者向けの授業資料の作成支援 - 生成AIを利用した読み取りやすさの判断と改善提示 - Support for Creating Classroom Materials for the Colorblind ; Determining Readability and Presenting Improvements Using Generated AI

夏目颯人[†] 安保美海[†] 北村太一[‡] 居駒幹夫[†] 宮川裕之[†]
Hayato Natsume[†] Mimi Ambo[†] Taichi Kitamura[‡] Mikio Ikoma[†] Hiroyuki Miyagawa[†]

[†] 青山学院大学 社会情報学部

[‡] 青山学院大学 大学院理工学研究科

[†] School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University.

[‡] Graduate School of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University.

要旨

本研究では、色覚異常者に配慮した資料を容易に作成できる情報システムを開発した。本研究の目的は、色覚異常者に配慮した資料が学校現場で不足している問題を解決することである。開発した情報システムは、色覚異常者の見え方をシミュレーションし、生成 AI を利用することで、資料に描かれたグラフを色覚異常者が理解できるかどうかの判断と、資料の改善点を提示するものである。実験により、このような色覚異常者向けの資料作成を支援するようなプログラムを使用することで、作成者の負担を軽減できる可能性があることが明らかになった。今後はより有効性を高めるために、情報システムの改善と実際に教員に使用させる実験を行いたいと考えている。

1. 研究背景

色覚異常には様々な種類が存在する。全ての色をまったく識別できないタイプ、全ての色が識別しづらいタイプ、特定の色の識別が困難なタイプなど人によって色覚異常のタイプは様々である。現在の日本人では、男性が 5% (20 人に 1 人)、女性が 0.2% (500 人に 1 人) の割合で色覚異常が発生している [1]。この割合は決して低いものではないため、多くの人が色覚異常を正しく理解し、色覚異常者に対しても配慮する必要がある。

また、先天色覚異常と診断された色覚異常者を対象とした調査では、75.5% が色覚に関するトラブルを経験している [2]。具体的な経験の例として、「他者と色名の認識がずれてしまう」「PowerPoint の色が区別しにくい」といったものが挙げられる。特に、学校現場での講義資料では文字や記号を色で分類する手法や色文字の背景に色をつける手法が多く使用されている [3]。この事実から、学校現場での色覚異常者への配慮が足りていないということが明らかになった。また、適切な色使いのガイドライン [3] や、色以外の工夫 [4] についても多くの研究が行われている。しかし、これらの研究があるのにも関わらず、学校現場での実践は進んでいない。

以上の現状を踏まえ、学校現場に対する反映が進んでいないのは、色覚異常者に配慮した資料作成は負担が大きい点と、色覚異常者に配慮する必要性を感じていない点が原因だと考えられる。今回は、負担が大きい点に着目し、資料作成者の負担を軽減する情報システムを開発した。

2. 研究目的

色覚異常者の見え方や、色覚異常者に対する配慮に関する研究は行われているのにも関わらず [3][4]、実際の教育現場にはこれらの配慮が反映されていない [3]。色覚異常者への配慮の方法や見え方の研究を教育現場に反映させることは、資料作成者にとって負担となる可能性があると考えられる。そこで、情報システムを作成することで資料作成者の負担を軽減し、色覚異常者に対して配慮のある学習資料を世の中に増やすことを本研究の目的とする。

なお、色覚に関する用語として「色覚特性」や「色弱」などが存在するが、本研究では、日本眼科学会の色覚関連用語より「色覚異常 (color vision defect)」[5]という言葉を用いることとする。また、同様に色覚異常に関する用語は眼科学会の用語を使用する。

3. 構築した情報システム

本情報システムは、色覚異常を有する利用者にも理解しやすい資料作成を支援する情報システムである。教育現場において、色の区別が必要な資料は多岐にわたるが、一般の資料作成者にとって数多くの種類が存在する色覚異常者への配慮を適切に行うことは難しい。本情報システムでは、そのような問題を解決するため生成 AI を利用し、テキストや背景色の調整案や各色覚異常に応じた色分けおよび強調方法を提案し、資料の視認性向上を図る。

図1、図2は情報システムの利用画面である。図1では、情報システム利用者が挿入した画像を選択した色覚異常の種類に応じてシミュレートしている。これにより、利用者は自身が作成した資料が色覚異常者にどのように見えるかを視覚的に確認できる。また、図2では挿入した画像とシミュレートした画像に加え、「各色覚異常のシミュレーション画像ごとに、元の画像がその色覚異常者にとって見やすいかどうか、○×△で表示し、“改善点を100文字以内で述べてください”、“最後に、それらを総合して、全体としての改善点を述べてください”というプロンプトを送信することで、生成 AI が画像の評価(○, △, ×)と、改善点を提示している。

このように、生成 AI が作成した資料の色覚異常者にとっての視認性を高める方法を提案することで、資料作成の負担を軽減し、多種多様な色覚異常者に配慮した学習資料の普及を促進することが期待できる。



図1 利用画面1

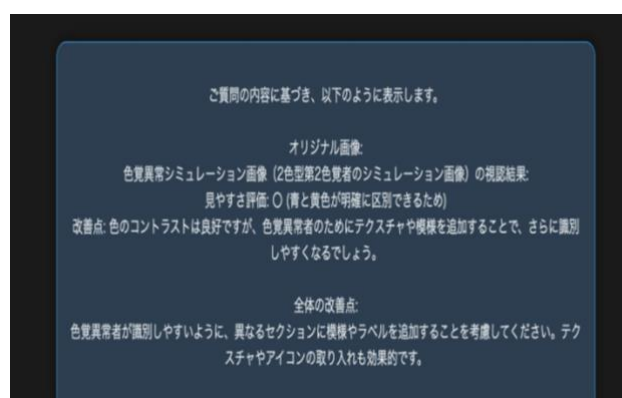


図2 利用画面2

4. 情報システムを用いた実験とアンケートの実施

4.1 実施目的

開発した情報システムを用いて、色覚異常者に配慮した資料の作成にかかる負担が軽減できるかどうかを検証する。

4.2 実験内容

色覚異常者にとって読み取りにくい配色で作られたグラフを用意し、そのグラフを指定した色覚異常の人にとって見やすいように改善を加えさせる。この作業を、情報システム未使用時と使用時で行い、作成終了までの時間を測定し、作業に関するアンケートを行う。その後、情報システム未使用時と使用時の結果を比較することで、資料作成の負担軽減への情報システムの有効性を検証する。

また、資料作成の終了条件は本情報システムに作成した資料を読み込ませ、情報システムの出す評価が○（最高評価）になることとする。

4.3 結果

図3と図4はそれぞれ、情報システム未使用時と使用時のアンケート結果を示したものである。情報システム未使用時における作業にかかった負担は、「まったく感じなかった」と答えた人は0人、「あまり感じなかった」と答えた人は1人、「どちらとも言えない」と答えた人は2人、「少し感じた」と答えた人は2人、「非常に感じた」と答えた人は5人という結果であった。また、情報システム使用時においては、「まったく感じなかった」と答えた人は2人、「あまり感じなかった」と答えた人は6人、「どちらとも言えない」と答えた人は1人、「少し感じた」と答えた人は1人、「非常に感じた」と答えた人は0人という結果であった。

また、表1は、被験者10名の資料作成にかかった時間をまとめたものである。被験者FとJを除けば、情報システム未使用時に比べて使用時の方が資料作成にかかる時間が短くなっている。平均についても、情報システム使用時の方が資料作成にかかる時間が1分46秒短くなっている。

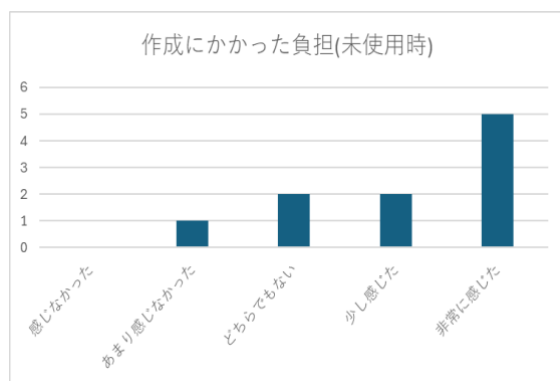


図3 作成時の負担のアンケート(未使用時)

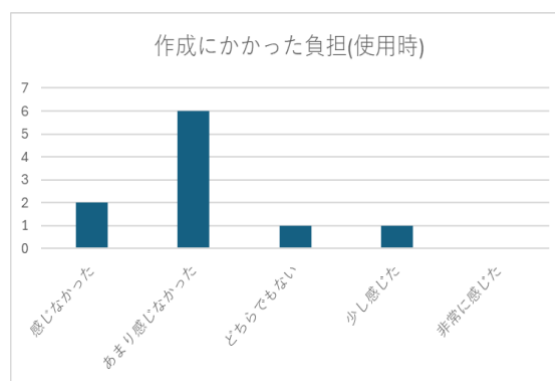


図4 作成時の負担のアンケート(使用時)

表1 被験者10名の資料作成にかかった時間

	システム未使用時	システム使用時
A	5分53秒	4分2秒
B	6分53秒	5分21秒
C	10分54秒	6分10秒
D	14分3秒	5分39秒
E	4分58秒	3分30秒
F	6分5秒	7分10秒
G	7分6秒	6分32秒
H	8分41秒	7分28秒
I	6分3秒	4分34秒
J	4分6秒	6分35秒
平均	7分28秒	5分42秒

4.4 考察・分析

上記の結果から、本情報システムを使用することで、色覚異常者向けの資料作成の負担を概ね軽減できるのではないかと考えられる。これは、どのように資料を作るべきかがすぐに分かることで、資料作

成にかかる負担が減り、作成にかかる時間も短縮されたためであると考えられる。また、表 1 のデータに対して t 検定を行った結果、t 値は約 1.86、p 値は約 0.095 であった。この p 値は一般的な有意水準である 0.05 を上回っているため、情報システム使用前と使用後の差が統計的に有意とは言えないことが示されたが、表 1 から情報システム使用時の資料作成時間の減少傾向は見て取れるため、今後はサンプル数を増やしていくことで有意水準を下回る結果を得ることができるのではないかと考えられる。

また、情報システム使用時の方が、作成時間が長くなった例に関しては、情報システムが提示した「模様の付け足し」や「テキストの変更」などの改善方法を資料に反映させる際、Excel 内での操作に時間がかかってしまったことが原因だと考えられる。

この実験で明らかになった情報システムの改善点として、情報システムが提示した資料に対する改善方法（模様の付け足しなど）を資料に加える方法が分からないという点が挙げられる。このような問題点を改善するため、資料の改善案の提示とともに、それに必要な操作の説明を行えるような情報システムにしていく必要があると考えられる。

5. まとめ

本研究では、色覚異常者に対する資料作成において、資料作成者の支援に重きを置き、色覚異常者向けの資料作成の負担を軽減すること目的に、色覚異常者向けの資料作成を支援する情報システムを開発した。また、実験を通じて、このような色覚異常者向けの資料作成を支援する情報システムを使用することで、作成者の負担を軽減できる可能性があることも明らかにした。

現在残っている問題点を取り除き、実験を重ねることで有効性を高め、実際の教育現場でも使用できるように改善することで、教育現場に色覚異常者に配慮された資料が増えていくのではないかと考える。

6. 今後の課題

本情報システムの今後の課題としては、以下の点が挙げられる。まず、情報システム自体がグラフや画像しか読み込むことができないため、より膨大な資料を扱う場合には手間がかかるという問題がある。

そして、サンプル数が少ないことで統計的に優位であるかどうか为正しく検証できていないため、実験回数を増やし、実験の信憑性を高める必要がある。また、実際に資料を作成する教員に対しては実験を行っていないため、教育現場での情報システムの実用性が高いかどうかは不明である。さらに、ユーザが情報システムによって提示される改善方法を資料に反映する方法が分からず、かえって手間がかかるという課題も存在する。

これらの課題を解決するためには、情報システムの改善を進めるとともに、教員に対しての実験を含め実験回数を増やし、教育現場での情報システムの実用性を評価と実験の信憑性を高める取り組みが必要である。

参考文献

- [1] 公益社団法人 日本眼科医界, “色覚異常を正しく理解するために”, 2019 年
- [2] 宮浦 徹・宇津見義一・柏井真理子 山岸 直矢・高野 繁, 公益社団法人日本眼科医会 学校保健部, “平成 22・23 年度における 先天色覚異常の受診者に関する実態調査 (続報)”, Vol 83, No. 11, 2012, pp1541-1557
- [3] 森田亜矢子, 関西大学高等教育研究, 第 14 号, “色覚多様性のしくみとユニバーサルな教材デザイン—教材にみるカラーバリアフリーの現状と課題—”, 2023 年
- [4] 岡部正隆・伊藤啓, 細胞工学, “色覚の多様性と色覚バリアフリーなプレゼンテーション (第三回)”, Vol21, No.9, 2002, p1093
- [5] 市川一夫, “色覚関連用語について”, 日本医学会 医学用語辞典 WEB 版 2007, <https://jams.med.or.jp/dic/colorvision.html>