

白黒反転資料の見やすさ：視認性・可読性・閲覧時間の分析

高原 光 恵

(キーワード：視認性, 可読性, 白黒反転, 電子ファイル, オンライン授業)

1. はじめに

電子ファイルには元来、情報共有や伝達のしやすさといった特長があるが、加えて近年の社会状況、特に教育場面においては感染症拡大防止策の観点によるオンライン授業の必要性や、GIGAスクール構想への対応、さらには省資源、ペーパーレス化の動きにより、電子ファイルの活用が多くなった。画面上で文書資料を閲覧する際に、紙媒体と同様に白背景に黒文字や濃い色の文字の組み合わせが見やすいのか、白黒反転資料の方が見やすいのかについては、主に視覚障害／ロービジョンの研究において様々な指摘がなされている。例えば、秋山・村山・青木・八藤後・四之宮・小林・梶原（2006）によれば、「一般にロービジョンのユーザの表示環境は黒背景に白文字が最適と言われてきた」が、「聞き取り調査の結果、他の色の組み合わせを好むユーザが存在すること」が明らかとなった。白黒反転資料の見やすさの理由として、コントラストポラリティによる効果の違い（小林・中村・布川・佐藤・奥住・清水・古山，1994）が指摘されている。例えば、楊・須長・藤・伊原（2019）の研究では、視力障害のない成人を対象とした、腕時計タイプの小画面デバイスの場合での可読性評価について検討されており、短文では可読性評価が黒背景と白背景と異なり、中でも字面面積や見た目の濃度において評価の違いが生じていたことが示された。ただし、その効果の違いは限定的であり、連続文になると背景色の効果はなくなることも示されている。短文での可読性評価の違いについては、「まぶしさ」が少ないことによる効果と考えられる一方、フォントの形態（フトコロ率）や仮名と漢字の面積比、連続文となった場合には効果の違いがなくなるなど、複雑に複数の要因による影響が絡み合っていることが推測される。

白黒反転のニーズについて、「まぶしさ」の要因に着目し、拡大教科書を使用している児童生徒を対象とした研究がある。中野・新井他のロービジョンの児童生徒を対象とした一連の調査研究においては、有効回答928人のうち、白黒反転を好む児童生徒は256人、「まぶしさ」を感じている児童生徒は354人であったこと、さらに白黒反転の好みと「まぶしさ」に関してクロス集計を行った結果、白黒反転を好む人は必ずしも「まぶしさ」を感じているわけでも、「まぶしさ」を感じている人が白黒反転を好むわけでもないこと、そして、まぶしさを感じないにもかかわらず白黒反転の方が見やすいと感じているケースがあることが明らかとなった（e.g., 中野・新井・大島・吉野・花井・草野，2012a, 2012b；中野・新井，2013）。そのため、まぶしさは重要な要因の一つとなり得るが、それ以外の理由でも白黒反転資料が好まれる場合があると言える。実際に、「白皮症（アルビノ）、網膜色素変性症などの進行性疾患、白内障（眼精疲労、羞明）などで黒白反転教材を求める場合がある」ことが指摘されており（村上，2012）、白黒反転資料のニーズはあること、さらには、ディスプレイ上の電子教材だけでなく、「羞明などにより長時間の利用に適さない学生を対象として、黒色用紙に白色文字で印刷」された教材の必要性が述べられており（村上，2014）、様々な視覚特性のある児童生徒、学生の学びの場においては、いかに見やすい教材を提供できるかは重要なところである。

また、高齢者の文字可読性について調べた研究（下村・芦澤・佐川，2012）では、「同じ輝度コントラストでも、黒背景より、白背景の方が読みやすいこと」が示された。目の順応機能として、暗順応よりも明順応の方が素早いことが知られている。そのため、見やすいフォントサイズは、そもそもの視力や照度といった要因の他、目の順応機能による影響もあることが示唆される（cf. 下村他，2012）。

これらのことから、見やすい資料の選択条件として、確かに「まぶしさ」は1つの要因にはなり得るが、輝度を揃えたとしても見た目の濃度、字面面積、眼疾患による影響、あるいは好みといった様々な要因が重なると言える。日常で使用される資料の見やすさ判断には、他にも、文字の分量、字間・行間のバランス、フォントの種類、フォントサイズ、照度、照明の当たり方、観察距離など多くの要因が関わってくるであろう。

視機能が正常な成人12名を対象とした中野・新井・草野・大島・花井・吉野（2012）の研究では、「最大読書速度には差がなかった」が、「logMAR 視力、読書視力、臨界文字サイズは白黒反転条件の方が有意に高いパフォーマンスを示した」こと、就労業務において白黒反転を用いている2人（ロービジョン・中心視野狭窄）を対象としたパソコンでの作業効率を調べた研究（森・御手洗・中田・岩橋・川瀬，2007）では、「自覚的な評価において、白黒反転モードによる作業の方が、仕事が正確となりかつ疲労も少なかった」ことが示されており、読書速度や作業効率といった客観的指標での成果に限らず、主観的な満足度含む精神衛生上の観点からも希望する背景色を選択できることが好ましいと考えられる。

大学でのオンライン授業では、筆者は文書配布資料を作成する場合、個人の見やすさを考慮し、白背景に青や黒文字の電子資料（以下、白タイプ）と、黒背景に黄文字や白文字の電子資料（以下、黒タイプ）の2種類を用意している。記載されている内容は一緒に、ポジネガの状態が異なるもの（白黒反転）である。その他の見やすさを高めるコントラスト調整や明度の微調整などは各受講生に任せている。こうした2種類の資料準備に対してそもそもニーズがあるのか、筆者が担当するオンライン授業における各タイプの使用率を調べたところ（高原，2023）、年度によって大きく傾向が異なるものの、いずれのタイプも使用されていることがわかった。ただし、年度による使用率の違いや授業を重ねることによる使用率変化の傾向について示されたのみで、資料タイプの違いによる実際の読みやすさや疲労度の違いといった具体的効果の有無については把握できていない。

そのため、本研究では、白タイプと黒タイプを独立変数として、それぞれの見やすさ、文字の読みやすさ、読んだ時の疲労感といった主観の評価、さらには読み進めるスピード、記憶への残りやすさ（再生数）といった客観的評価を従属変数として計測を試みたので、その概略を報告する。なお、特に主観的評価に影響すると思われる、各タイプの「好み」についても把握することとした。ただし、実験での提示材料は、本実験の参加者にとって、日頃、大学の授業で使用されている資料の枚数（分量）や内容への注目度、理解度など、様々な点で異なるものであると予想される。そのため、あくまで、今回の提示資料に対する好みの評価（選択）について回答を求めることとした。

2. 方法

2. 1 参加者

実験への参加協力に同意が得られた10代から50代の大学生・大学院生10名である。

2. 2 材料及び装置

装置：刺激提示用としてノートパソコン1台を用いた。計測データ保存・管理の都合上、2台を準備し、適宜いずれかを使用した（mouse社製 mousePro, 刺激の表示サイズ縦173mm・横231mm; Apple社製 MacBookPro 刺激の表示サイズ縦171mm・横238mm）。

提示刺激：提示刺激は、『すっきりわかる！超訳「哲学用語」事典』（小川，2011）から、4つのテーマと説明文を引用し、横書きの文章（ヒラギノ丸ゴ28ポイント，1行あけ）をPowerPointで作成した。比較条件は、白背景に紺文字でタイトル・黒文字で文章が記された【白タイプ】と、黒背景に黄文字でタイトル・白文字で文章が記された【黒タイプ】の2種類であり（図1）、各タイプで2テーマずつ連続して文章が表示されるよう構成した。各テーマの文字数は234字～269字、文節数は53～59であった。

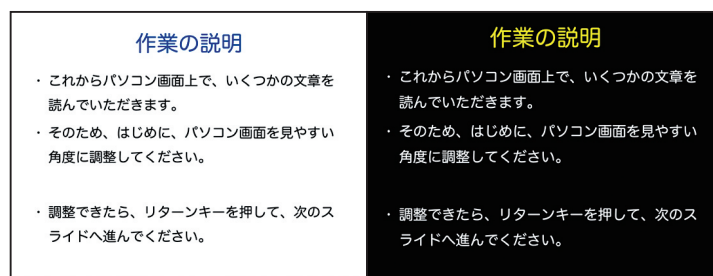


図1 白タイプと黒タイプのスライド例

質問紙：質問紙として以下の4種類を作成した。

- (1) 主観的評価：VAS(visual analog scale)を用いて、画面の見やすさ（視認性）、文字の読みやすさ（可読性）、閲覧後の疲れ（疲労度）について測定するものである。冒頭に回答方法（チェックの入れ方）を例示した。
- (2) 電子ファイル利用状況：普段、電子ファイルを閲覧するときに使用する機器（パソコン、タブレット、スマホ、その他）、閲覧時に使用する画面調節機能（拡大・縮小、明度調整、カラー反転、その他）、閲覧資料の好み（白背景・黒背景）を尋ねるものであり、主に選択回答、「その他」については記述回答を求めるものであった。なお、「好み」については、今回提示された閲覧資料に関して判断するよう求めた。使用機器や使用機能は複数回答ありとした。
- (3) 参加者属性：年齢、視力（日常生活における見え方に関する支障の有無、裸眼／矯正レンズ使用）、課題に取り組んで気づいたことや感想などを記載する質問紙である。
- (4) 閲覧した資料の記憶・印象：閲覧した画面について覚えていることを記載するための回答用紙である。

2. 3 手続き

実験は静かな室内で個別に行った。改めて実験に関する説明と参加協力への同意を確認した後、参加者の前に置かれたノートパソコン画面の指示に従って作業を進めるよう教示した。参加者は、自分で見やすいように画面角度を調整した上で、自分でキーボードを操作し、画面上に示される文章を読み進めた。実験者は、質問紙回答のタイミングを知らせる参加者の挙手に合わせ、質問紙の配布及び回収を行った。具体的な作業スケジュールは以下の通りである。

- (1) 概要と操作説明、文章の出典紹介画面の閲覧
- (2) 文章を読む：1回目（スライド4枚）、白タイプまたは黒タイプ
- (3) 主観的評価：1回目
- (4) 操作説明、文章の出典紹介画面の閲覧
- (5) 文章を読む：2回目（スライド4枚）、1回目とは異なるタイプ
- (6) 主観的評価：2回目
- (7) 電子ファイルの利用状況・属性・記憶に関する質問紙への回答

白タイプ・黒タイプのいずれの資料を1回目に提示するかは、被験者間でカウンターバランスをとった。なお、提示刺激の条件が変わる上記手順(4)のところでも、自分で画面角度を調整する教示を提示した。手順(7)の終了後に、記憶（再生）に関する質問紙の意図説明を行った。また、「疲労度」回答時の基準（目／身体／頭脳）と、哲学に関する素養・閲覧文章内容への親和性について確認した後、すべての作業を終了とした。

2. 4 分析方法

電子ファイル利用状況（閲覧時の利用機器、利用機能）、単語再生数については単純集計を行う。視認性、可読性、疲労度の主観的評価については、はじめにVASの回答位置を読み取り得点化（0～100）する。また、読み進める速さについては、スライドの各ページの閲覧時間から、文章全体の閲覧時間を計測し、文章の閲覧時間と、一文節あたりの平均閲覧時間を算出する。これらの主観的評価・客観的評価の各データについて、「白タイプと黒タイプ」「今回の資料について、好みの方と選択されたタイプ（以下、『好み』）と選択されなかったタイプ（以下、『好まない』）」「1回目と2回目」など2条件間の比較を行う場合は、条件毎の平均値について、対応のあるt検定を適用し、効果量はPearsonの積率相関係数 r を用いる。

2. 5 倫理的配慮

実験参加者を募集するにあたって、参加は任意であること、不参加による不利益はないこと、途中で参加辞退の場合も不利益はないことを伝えた。また、取り組む課題の負担（20～30分の作業時間で、ディスプレイ上の文章を読むこと・関連した質問へ回答すること等）について説明し、得られたデータは個人情報保護に留意の上、データ処理を行うこと、成果は論文等で公表することを伝えた。これらのことに同意を得た上で実験を行い、実験室環境についても静音性や広さ、実験者との位置関係及び距離などにも配慮して行った。

2. 6 利益相反

本研究での利益相反事項はない。

3. 結果

参加者は全員、文字の閲覧には支障のない視力を有していた。ただし、「目が疲れやすくなってきた／小さい文字や暗い部屋では見えにくい」などの報告があった。また、実施後に確認を行なった、提示文章に対する親和性については、読後に関心を抱く参加者はいたが、哲学に関する素養や専門性があると回答した参加者はいなかった。「疲労度」の評価における解釈については、「目の疲れ」と捉えて回答した者が5名、「頭、内容理解での疲れ」で回答した者が2名、「目も、頭・内容理解での疲れも両方」含めて回答した者が3名であった。

3. 1 電子ファイル利用状況

電子ファイル閲覧時の主な利用機器（複数回答可）は、「パソコン」が8名、「スマホ」が7名であった。利用機能（複数回答可）では、「拡大・縮小」が9名、「明度調整」が5名であり、その他の選択・記載はなかった。

3. 2 主観的評価

今回の閲覧資料に関する「好み」については、白タイプを選択した者が3名、黒タイプの選択が7名であった。「見やすさ」「読みやすさ」「疲労度」について、タイプ（白／黒）毎の評価の平均値及び標準偏差を表1に示す。数値が高い方が、見やすい、読みやすい、楽である（疲労度が低い）ことを表している。また、好みのタイプかどうかで再分類した場合について、表2に示す。

表1 主観的評価の平均値及び標準偏差：
白タイプと黒タイプの比較

	白タイプ	黒タイプ
見やすさ	76.00 (10.59)	71.90 (26.93)
読みやすさ	73.80 (18.35)	73.70 (25.61)
疲労度	65.90 (22.40)	68.90 (28.06)

表2 主観的評価の平均値及び標準偏差：
好みによる比較

	好み	好まない
見やすさ	82.20 (13.89)	65.70* (22.42)
読みやすさ	80.00 (16.31)	67.50 † (25.29)
疲労度	81.80 (16.68)	53.00** (23.57)

† p<.10, *p<.05, **p<.01

対応のあるt検定を行ったところ、白黒タイプによる評価点に有意差はなく、得点そのものも60以上であったため、いずれの資料タイプも比較的、見やすく、読みやすく、疲労度も強くないことが示された。一方、好む資料タイプを閲覧した場合と、そうではないタイプを閲覧した場合では、「見やすさ」と「疲労度の少なさ」において統計的有意差が生じていること（それぞれ $t=2.501$, $df=9$, $p=.02$, $r=.42$; $t=3.533$, $df=9$, $p<.01$, $r=.21$ ）、「読みやすさ」についても差のある傾向が見られること（ $t=1.476$, $df=9$, $p=.09$, $r=.23$ ）が示された。資料のタイプによる差ではなく、好みのタイプか否かで評価点に差が見られた。

3. 3 平均閲覧時間（秒）

読むスピードを推測する指標として用いた閲覧時間については、データ記録ができていなかった1名を除き、9名のデータを用いて検討を行うこととする。なお、図2～4のエラーバーはいずれも標準誤差である。

スライド4枚分の文章全体に関して、各タイプの平均閲覧時間は、白タイプが66.97秒（SD=21.15）、黒タイプが75.26秒（SD=20.99）となり、後者の方が閲覧時間が長くなる傾向が見られた（ $t=1.411$, $df=8$, $p<.10$, $r=.65$, 図2）。1文節あたりの平均閲覧時間は白タイプが0.59秒（SD=0.19）、黒タイプが0.66秒（SD=0.17）であり、文章全体の傾向と同様であった（ $t=1.600$, $df=8$, $p=.07$, $r=.76$ ）。

好みのタイプか否かでは、文章全体（好み：Mean=69.67, SD=18.20, 好まない：Mean=72.56, SD=24.31, $t=0.446$, $df=8$, n.s., 図3）、1文節あたり（好み：Mean=0.624, SD=0.16, 好まない：Mean=0.626, SD=0.20）、いずれにおいても閲覧時間（秒）の平均値に差は見られなかった。

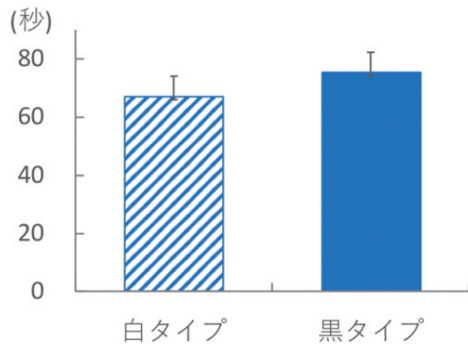


図2 平均閲覧時間 (文章全体)：タイプ別

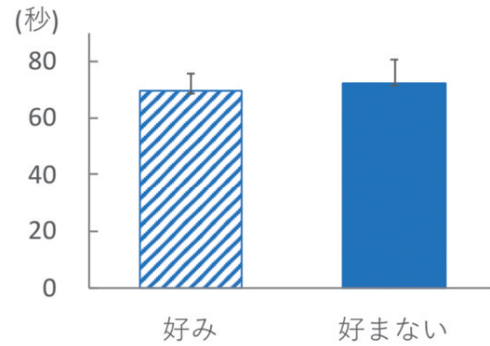


図3 平均閲覧時間 (文章全体)：好み

今回、文書提示順序による影響を除くため、いずれのタイプが先行するかは参加者間でカウンターバランスをとっていた。念のため順序効果について検証したところ、1回目 (78.23秒) > 2回目 (64.00秒) となり、2回目の閲覧時間が有意に短いことが示された ($t=3.381, df=8, p<.01, r=.81$, 図4)。

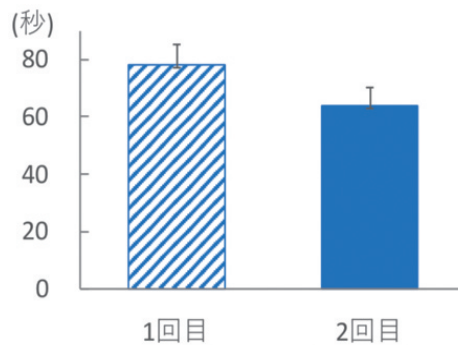


図4 平均閲覧時間：順序

3.4 白タイプ・黒タイプの単語記憶数 (遅延再生)

再生数は、参加者全体で48個であった。白タイプ、黒タイプの両方に出現していた言葉13個、白タイプで出現した言葉14個、黒タイプで出現した言葉21個であった。再生数については個人差が大きく表れた (0~12個)。再生数が1以上のケースについて再生内容を個人ごとに見ていくと、白タイプの言葉のみ再生されたのは1名、黒タイプのみは2名であり、他は全員、白タイプ・黒タイプ両方から単語再生が見られた。

3.5 出典スライドの閲覧時間

記載内容が全く同じである、文章の出典情報を記載したスライドの平均閲覧時間は、白タイプ3.56秒、黒タイプ4.01秒であり、有意差は見られなかった ($t=0.607, df=8, n.s.$)。

4. 考察

資料の「好み」は、白タイプ・黒タイプ、いずれも存在し、一概にどちらが好まれるとは言えないが、本研究においては、黒タイプを好む人の方が多かった (70%)。また、見やすさ・読みやすさといった主観的評価については、資料のタイプ (白/黒) とは関連性が見られず、好みのタイプであるかどうかということと関連することが示された。今回用いた資料は文字のみで作成されていたため、見やすさ・読みやすさなどへの印象が「好み」の評価へ繋がった可能性がある。読みやすいから好むのか、全体の光量などの印象から好みが決められたのか不明だが、文章のみの資料の場合かつ本研究で用いた20数文字・1行空けの文字量とした場合、概ね黒タイプの方が好みとして選択されやすいと考えられる。ただし、主観的評価において白タイプ・黒タイプによる統計的有意差が見られなかったことから、一般的にいずれのタイプが見やすい、読みやすいと結論づけることはできない。

見やすさ・読みやすさに続き計測した主観的評価の1つ、疲労度について述べる。白タイプ・黒タイプによる評価の違いは見られず、好まれなかった方の資料タイプを閲覧していた時の方が好みの資料タイプ閲覧時よりも疲労度が高くなっていたという点では、他の2つの指標と同様な結果と言える。しかし、どの条件でも平均値としては概ね「見やすい、読みやすい(60~80点台)」評価が示されていた中で、疲労度の尺度「とても疲れる(0)~とても楽だ(100)」のところのみ、中程度の50点台の平均評価値となったことは考慮すべきであろう。本実験参加者には、実験前の説明や教示で「見る作業」「読む作業」を行うことは伝えられていた。同時に計測する尺度も「見やすさ、読みやすさ」に関することであり、作業自体が短時間であることから、疲労の判断は視覚的作業に伴う眼精疲労の中でも主に目に関するものと捉えられやすいことが想定された。一方、実験場面に慣れていない参加者にとっては、実験参加自体が全身的な緊張感や疲労を生じさせる可能性がある。今回はあえて疲労の意味について事前に指定せず、実験後に疲労の捉え方、つまり判断根拠を確認することに留めた。その結果、参加者によっては、「眼の疲れ」だけでなく「頭、内容理解での疲れ」など、作業に伴う心的負荷の影響が生じていたことが示された。内容理解に伴う疲労に関しては、極力、参加者間で偏りが生じないように、参加者が所属する大学の専門科目(主に教育分野)とは異なる内容かつ平易な日本語表現のものとなるよう閲覧資料を作成していた。それでも、新規な内容を読むことにまつわる感覚機能・認知機能の働きから生じる疲労の影響はさまざまであり、今後、疲労に関する分析や詳細な検討が望まれる。

また、今回、「好み」の判別として二者択一の方法を採り、「好み/好まない」と分類したが、比較的「好み」な方と選択しただけであって、もう一方を必ずしも好まない訳ではないことが考えられる。実際に、少し選択に悩む様子が見られた時は、「どちらかといえば」で判断するよう実験者から言葉を添えることがあった。さらに、本実験で得られた「好み」の判断は、「今回提示された閲覧資料」に関するものであり、普段、電子ファイルを閲覧するときそれぞれの参加者が好んでいるものを把握したものではない。このようなことから、日常的な資料の閲覧方法やその理由の調査も含め、より一般的な「好み」を把握した上で検討を重ねていくことや、「好みの強さ、安定度」についても今後、検討に加えていくことが必要であろう。

次に、主観的な読みやすさの評価とは別に、客観的な読みやすさの評価として、読み進めるスピードの速さについて考えたい。平均閲覧時間から、白タイプより黒タイプの方が若干遅い傾向が認められた。主観的評価として見やすい・読みやすいと思われるも、実際に読み進める速さには繋がっておらず、逆にゆっくり読まれる傾向が認められた。前提として、見やすさ・読みやすさは読む速さへ繋がると想定していたが、今回の結果から、見やすい資料はゆっくり・じっくり読み進められるという可能性も考えられる。好みのタイプと「見やすい、楽に読める」と感じることは関連するが、読字速度との関係について結論を出すためには、今回のように「マイペースで読む」課題ではなく、速さを求める課題設定にして検証する必要がある。

記憶の残りやすさについては、白タイプ・黒タイプのいずれの言葉も再生されていたが、黒タイプに記載された言葉の方が再生数の多い結果となった。しかしながら、前述の平均閲覧時間では、黒タイプの方が長く見られる傾向があったことから、資料タイプによる印象深さのためか、閲覧時間が長かったために再生数が増えたのか、今回のみでは結論づけることはできない。課題実施後に、文章内容に関わる分野について素養があるかどうか参加者へ確認したが、内容そのものへの関心が高い参加者、読んでみて興味を抱いた参加者など、それぞれに文章内容への注目の度合いは大きく異なる様子が認められた。今後は、閲覧時間・読むスピードのほか、文章内容への関心による影響、内容理解の難易度など、記憶に影響しやすい他の要因についても検討することが求められる。記憶されやすい資料タイプとして、全体的な背景と文字との関係として、白タイプ/黒タイプによる効果を測るには、さらに詳細な条件設定による計測が必要であろう。また、今回は数多くの研究がなされている字間・行間、レイアウト、そしてフォントや背景との関係などの条件(e.g., 池田・小原, 1981; 本橋, 2002; 大西・小田, 2017; 熊本・吉田, 2019)による影響は扱わず、それらの条件を一定とした。今回の主観的評価で扱った、見やすさ、読みやすさ、疲れの少なさの他にも、授業資料としてはその内容及び情報の厳選はもちろんのこと、付加価値として、効果的な記憶に関する工夫も重要なところと思われる。実際に検証を行った谷上(2019)の研究では、主に活字体と手書きという書体の違いと記憶との関係について指摘されており、「読みやすさ」には違いが生じるが、「記憶」に与える影響としては書体のような表面的特徴の影響は見られなかったことが示されている。ただし、市販のフォントにおいても数多くの手書きフォントが開発されており、フォント選択による教育的効果の違いが期待される部分は大いに残されている。多くの授業者が読みやすい表現・配置(レイアウト)・分量(掲載情報の効果的な選択)・フォントの選択など、さまざまな工夫を行なっている部分についても、今後さらに主観的・客観的効果の検証を重ねる意義は大きいであろう。

5. まとめ

今回、白／黒タイプそのものによる違いは限定的であり、資料タイプの「好み」による影響の大きさが示された。また、資料タイプの好みと閲覧時間に関連は見られず、黒タイプが長く閲覧される傾向や記憶の強さが推測される点については、内容の難易度や関心など他の影響因についても検討が必要である。

「読みやすさ」の主観的評価に加え、読み進める速さ（閲覧時間）などの客観的評価からは、必ずしも白黒反転資料の必要性・優位性は認められなかった。しかし、白タイプ、黒タイプ、それぞれに好みや見やすさを感じる参加者は確かにいるということも明らかとなった。これらのことから、今後も2パターンの資料準備に対するニーズは存在すると考えられる。

註

本稿は、2023年8月24日東京大学先端研究センターにて開催された第37回ハ工学カンファレンスでの発表に加筆・修正したものである。

謝辞

感染症対策に留意しつつ学業・社会生活を続ける中、積極的に実験参加にご協力くださった参加者の皆様に心より感謝申し上げます。

引用文献

- 秋山仁・村山慎二郎・青木恭太・八藤後猛・四之宮佑馬・小林好彦・梶原清隆：ロービジョンの読書環境改善への取り組み，日本ロービジョン学会学術総会プログラム・抄録集，7, 56-56, 2006
- 池田紘一・小原清成：明朝体文字とゴシック体文字の可読性，照明学会全国大会抄録，71-72, 1981
- 小林巖・中村貴志・布川博士・佐藤究・奥住秀之・清水裕志・古山和宏：短報高齢者におけるコントラストポラリティ効果，総合リハビリテーション，22(1), 51-53, 1994
- 熊本忠彦・吉田紫世理：フォントと背景色の組み合わせによる印象の変化，日本感性工学会論文誌，18, 31-39, 2019
- 森由美子・御手洗慶一・中田友美・岩橋佳子・川瀬芳克：パソコンの白黒反転表示による作業効率向上の実証的検討，日本ロービジョン学会学術総会プログラム・抄録集，8, 75-75, 2007
- 本橋朋子：読みやすさに影響を与えるフォントとレイアウトの機能，日本実用英語学会論叢，2002(10), 79-89, 2002
- 村上佳久：黒白反転教材を利用・提供するための電子教科書に関する研究，筑波技術大学テクノレポート，20(1), 70-74, 2012
- 村上佳久：白色文字印刷 その3，筑波技術大学テクノレポート，21(2), 7-11, 2014
- 中野泰志・新井哲也・草野勉・大島研介・花井利徳・吉野中：白黒反転は読書のどのような側面に影響するか？：バンガーターフィルタを用いたシミュレーション実験による検討（日本基礎心理学会第30回大会，大会発表要旨），基礎心理学研究，30(2), 219, 2012
- 中野泰志・新井哲也・大島研介・吉野中・花井利徳・草野勉：ロービジョン児童生徒の白黒反転に対するニーズ調査 拡大教科書に白黒反転を望む児童生徒の実態，視覚障害リハビリテーション研究発表大会プログラム・抄録集，21, 121-121, 2012a
- 中野泰志・新井哲也・大島研介・吉野中・花井利徳・草野勉：ロービジョン者のまぶしさと白黒反転の好みの関係，日本心理学会大会発表論文集，76, 1EVC28-1EVC28, 2012b
- 中野泰志・新井哲也：ロービジョン児童生徒の白黒反転の好み，日本ロービジョン学会誌，13, 45-50, 2013
- 小川仁志：すっきりわかる！超訳「哲学用語」事典，PHP 文庫，2011
- 大西まどか・小田浩一：スタイルとウェイトが日本語フォントの読みやすさに与える影響—既存フォントを用いた読書評価による検討—，照明学会誌，101, 474-483, 2017

- 下村香理・芦澤昌子・佐川賢：高齢者の文字可読性に及ぼす色および照度レベルの影響，日本色彩学会誌，36(1)，15-26, 2012
- 高原光恵：オンライン授業における白黒反転資料の利用状況：平均閲覧回数と利用率，鳴門教育大学情報教育ジャーナル，20, 1-6, 2023
- 谷上亜紀：文章の書体が読みやすさと記憶に及ぼす影響，彦根論叢，422, 18-29, 2019
- 楊寧・須長正治・藤紀里子・伊原久裕：小画面ディスプレイに適した日本語フォントの可読性と判別性に関する研究，デザイン学研究，66(2), 2_19-2_28, 2019

Study on visibility of black and white reversed materials: Analysis of visibility, readability, and reading speed

TAKAHARA Mitsue

In this study, the author compared the readability of regular text materials and positive/negative reversal materials for electronic materials that are often used in online classes. There were three subjective evaluations: visibility, readability, and fatigue. Reading speed was also measured as an objective evaluation. The results as follows; when comparing positive and negative materials, more participants preferred the negative materials. There was no relationship between the type of material (posi- or nega-) and subjective evaluations such as ease of viewing, ease of reading, and degree of fatigue. However, there was some correlation between preference and subjective evaluation. Regarding the relationship between the type of material and reading speed, there was a tendency for negative materials to be slower. The number of words memorized was higher for negative materials, but it is unclear whether this was due to the effect of positive/negative material or the length of viewing time. In addition, future issues such as factors related to preference, ease of viewing, and effects on fatigue were discussed.