

フォントの違いと視認特性が可読性に及ぼす影響に関する研究 —スマートフォンを用いたウェブアプローチ実験からの知見—

古川千咲*・牛山道雄**

(*京都文教大学大学院, **京都教育大学)

The Effects of Font Differences and Visibility Characteristics on Readability:
Findings from Web Approach Experiments Using Smartphones.

Chisa FURUKAWA, Michio USHIYAMA

抄 録: 本研究は, スマートフォンを用いたウェブベースの実験を通して, フォントと視覚認知特性の違いが可読性に影響を与えるのかを検討することを目的とした。10代から70代の112名が研究に参加した。「HGS明朝B」「HGS創英角ゴシックUB」「HGS教科書体」「UDデジタル教科書体NP-B」の4フォントを使用し, 漢字・ひらがな・カタカナ・ローマ字・数字・記号を使用した8行343字の文章が呈示された。さらに対象者をGlobalあるいはLocal視覚認知特性に分類するためにNavon課題を実施した。対象者は7件法(1点: 読みにくい-7点: 読みやすい)で可読性を評価するよう求められた。回答はwebサイトを通して自動的に回収された。フォントと視覚認知特性を要因とした2要因分散分析(混合計画)の結果, フォントの主効果が有意であった。多重比較の結果, UDフォントは他の3つのフォントに比べて有意に可読性が高く, 逆に, 教科書体は最も可読性が低かった。また, 視覚認知特性の主効果は認められなかった。これらの結果は, 可読性には文字の線の太さが関連するのではないかと推察された。

Summary: This study was aimed to investigate the effects of different letter fonts and visual cognitive traits on readability through web-based experiment by smart phone. 112 people, aged from 10's to 70's, participated. The following four fonts of HGS Mincho B, HGS SOEI Kaku Gothic, HGS Kyokasho, and UD Digital Kyokasho NP-B were used as stimulus fonts. Moreover, Navon task was used to divide participants into Global or Local visual cognitive traits groups. Participants were asked to rate readability of these sentence or character with Likert scales, and answer the Navon task on their smart phone. Answers were automatically collected through website. A repeated measured two way ANOVA (Fonts × Visual Cognitive Traits) showed that there was the only significant main effect of fonts on the readability. Moreover, multiple comparison revealed the UD font was the most readable, Kyokasho font was the worst. This suggested that the readability seemed to be related with line width of letters.

キーワード: フォントの違い, 可読性, 視覚認知特性

Key Word: fonts difference, readability, visual cognitive trait

I. 問題と目的

1. 問題の端緒

近年, 広汎性発達障害やADHD, LD等の発達障害があり, 支援や配慮を必要とする児童が通常学級に在籍するケースが増加している。文部科学省(2012)によると, 公立の小中学校の通常学級に在籍する児童生徒のうち, 学習面又は行動面に困難があり, 教育的支援を必要としている児童生徒の割合は6.5%, 30人学級であれば1クラスに1~2人程度である。通常学級では特定の児童生徒に特別な支援を行うことは難しい。施設を改修する, 個別に支援員をつけるなどの大幅な環境整備を伴う支援を行うことは容易ではなく, 全ての児童生徒が十分な

支援や配慮を受けているとは言い難い現状である。

文部科学省（2012）によると、学習面に困難を示す児童生徒のうち、「聞く」「話す」に著しい困難を示す児童生徒は1.1%、「読む」「書く」に著しい困難を示す児童生徒は2.5%、「計算する」「推論する」に著しい困難を示す児童生徒は2.8%であり、「聞く」「話す」よりも「読む」「書く」「計算する」「推論する」に困難を示す児童生徒のほうが多い。「聞く」「話す」が聴覚主体の情報処理であるのに対し、困難を示す児童生徒の割合が多い「読む」「書く」は視覚主体の情報処理である。そこで支援の一環として、教材に使用されるフォントに着目した。学習プリントや電子教材を製作する際、フォントは内容にほとんど影響を及ぼすことなく簡単に変更できる要素である。

フォントには様々な種類があり、その特徴もデザイン性を重視したものや可読性を重視したものなど、多岐にわたる。例えば、縦横の線の太さが一定である「ゴシック体」や、縦線が太く横線が細く、横線の右端や曲がりの右上に山がある「明朝体」、筆書きの楷書体に近い「教科書体」などがある。フォントによっては本来あるべき画が省略されたり、鉛筆やペン、チョークなどで文字を書いた際にはない山や線の強弱が表現されることもある。

株式会社イワタでは2004年にパナソニック株式会社（当時の松下電器産業株式会社）と電機製品の操作表示用のフォントを共同開発し、2006年に「できるだけ多くの人が見やすく、読みやすいデザイン」を追求した世界初のUD（ユニバーサルデザイン）フォントとして発売した。その後、様々なフォントベンダーから様々な書体・用途のUDフォントが開発された。

2. 先行研究の概観

（1）フォントによる可読性の違いに関する研究動向

笹川・関・高山・村田（2018）は、「明朝体」と「ゴシック体」の可読性を比較し、フォントの読みやすさには「慣れ」が影響すると考察している。

楊・須長・藤・伊原（2018）はフォントの性能として①視認性（文字のひとつひとつの構成要素の視認しやすさ）、②判別性（他の文字と誤読しにくく、判別しやすいこと）、③可読性（文字列としての単語・文章の読みやすさ）、④美感性（フォントの美しさ）の4点を挙げた。楊ら（2018）は、以上4点の中から特に美感性に注目した調査を行い、美感性の評価に濃度からの影響があったことから、文字の見た目の濃さ、コントラストはフォントの読みやすさに影響を与えると考察している。

（2）発達障害者の大域処理優位性に関する研究動向

小さな○を並べて一つの大きな□を作るというように、部分によって構成された全体を提示し、部分もしくは全体を弁別する課題をNavon課題という。この時、部分である○を局所（Local）、全体である□を大域（Global）と呼ぶ（図1）。

川上・辻（2010）は、ひらがなを用いたNavon課題を使用して女子大学生46名を対象に実験を行い、音韻処理と視覚情報処理の過程について検討した。実験の結果、大域処理の優位性が認められた。

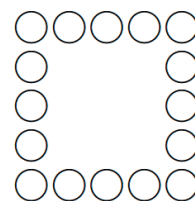


図1 Navonの例

大井・大六（2013）の研究では、広汎性発達障害の男児8名（HFPDD群）と定型発達児18名（対照群）を対象に、Global文字・Local文字ともに数字の大域局所処理課題を課す実験を行い、広汎性発達障害の児童は局所優位の情報処理を行っているという結果を示した。

片桐・河西・松井・室橋（2012）の研究では、実験の結果から、アスペルガー障害（AD）のある人は定型発達者と比べて局所から広域へと注意を向けるのに困難を抱えていると考察している。

3. 目的

現代社会においてはICT環境が整備され、紙に印字された文字を読む機会の他に、ICT機器のディスプレイに表示される文字を読む機会も増えている。よって、今回は普及率が高いと考えられるスマートフォンを用い

たweb調査により研究を実施する。具体的には、フォントの可読性に焦点を当て、どのような特徴を持つフォントがどのような文章条件下で読みやすいとされ、学習に向いているのかを、スマートフォンを介して回答してもらうことで検討する。また、「読みやすいフォント」は一つに定められるものではなく、文字情報を視認する際に細部に着目する人と全体のバランスに着目する人で読みやすいフォントが違うのではないかと考えた。そこで、Navon課題の結果と、読みやすいと答えたフォントの特徴の関連を調べる。それらを調べることによって、視認特性と読みやすいフォントとの関連を探りフォントを変更することによる学習支援について具体的な内容を探る。

II. 方法

1. 対象

アンケートの実施に同意した112名（男性27名、女性85名）とした。年代の内訳は、19歳以下が18名、20代が83名、30代が3名、40代が7名、50代および60代が0名、70代が1名であった。

2. 課題

アンケートではまず回答者の年齢、性別、回答に使用した端末及び画面の表示倍率を答える問いを設けた。

次に、4つのフォントの可読性について主観的に答える問いを設けた。比較するフォントにはMicrosoft officeのソフトウェアで使用可能な「HGS明朝B」、「HGS創英角ゴシックUB」、「HGS教科書体」、「UDデジタル教科書体NP-B」（以下それぞれ「明朝フォント」「創英角Gフォント」「教科書体フォント」「UDフォント」と略す）の4種類を使用した（図2）。「UDフォント」は株式会社モリサワが提供する、学習指導要領に準拠して書き方の方向や点・ハライの形状を保ちながら太さの強弱を抑え、弱視やディスレクシアに配慮したデザインの、ICT教育に効果的なフォントである。可読性の測定では、漢字・ひらがな・カタカナ・ローマ字・数字・記号を使用した8行343字の第一著者によるオリジナル文章を用いた。そして、対象者には、この文章について、「読みにくい（1点）」から「読みやすい（7点）」までの7件法で回答を求めた。これに加えて、それぞれのフォントの「線の太さ」「文字の大きさ」「文字の間隔」について「適切でない（0点）」「やや適切でない（1点）」「やや適切である（2点）」「適切である（3点）」の4件法で回答を求めた。

ウィリアム・シェイクスピア（William Shakespeare）は16世紀末から17世紀初めにかけて活躍したイングランドの作家、詩人であり、代表作には『ロミオとジュリエット』（1596年）『ハムレット』（1601年）『リア王』（1605年）などがある。特に17世紀初頭の『ハムレット』『マクベス』『オセロー』『リア王』は四大悲劇と言われ、現在でも世界各国で上演されている。「シェイクスピア」の日本における漢字表記は「沙吉比亞」であるが、日本に作品が伝わって間もない明治時代などには「沙翁」とも表記された。シェイクスピアの妻のアン・ハサウェイ（Anne Hathaway）は文書内にわずかに名前が残っているだけでその生涯はほとんど伝わっておらず、多くの歴史家や作家の研究対象となっている。

ウィリアム・シェイクスピア（William Shakespeare）は16世紀末から17世紀初めにかけて活躍したイングランドの作家、詩人であり、代表作には『ロミオとジュリエット』（1596年）『ハムレット』（1601年）『リア王』（1605年）などがある。特に17世紀初頭の『ハムレット』『マクベス』『オセロー』『リア王』は四大悲劇と言われ、現在でも世界各国で上演されている。「シェイクスピア」の日本における漢字表記は「沙吉比亞」であるが、日本に作品が伝わって間もない明治時代などには「沙翁」とも表記された。シェイクスピアの妻のアン・ハサウェイ（Anne Hathaway）は文書内にわずかに名前が残っているだけでその生涯はほとんど伝わっておらず、多くの歴史家や作家の研究対象となっている。

ウィリアム・シェイクスピア（William Shakespeare）は16世紀末から17世紀初めにかけて活躍したイングランドの作家、詩人であり、代表作には『ロミオとジュリエット』（1596年）『ハムレット』（1601年）『リア王』（1605年）などがある。特に17世紀初頭の『ハムレット』『マクベス』『オセロー』『リア王』は四大悲劇と言われ、現在でも世界各国で上演されている。「シェイクスピア」の日本における漢字表記は「沙吉比亞」であるが、日本に作品が伝わって間もない明治時代などには「沙翁」とも表記された。シェイクスピアの妻のアン・ハサウェイ（Anne Hathaway）は文書内にわずかに名前が残っているだけでその生涯はほとんど伝わっておらず、多くの歴史家や作家の研究対象となっている。

ウィリアム・シェイクスピア（William Shakespeare）は16世紀末から17世紀初めにかけて活躍したイングランドの作家、詩人であり、代表作には『ロミオとジュリエット』（1596年）『ハムレット』（1601年）『リア王』（1605年）などがある。特に17世紀初頭の『ハムレット』『マクベス』『オセロー』『リア王』は四大悲劇と言われ、現在でも世界各国で上演されている。「シェイクスピア」の日本における漢字表記は「沙吉比亞」であるが、日本に作品が伝わって間もない明治時代などには「沙翁」とも表記された。シェイクスピアの妻のアン・ハサウェイ（Anne Hathaway）は文書内にわずかに名前が残っているだけでその生涯はほとんど伝わっておらず、多くの歴史家や作家の研究対象となっている。

図2 課題に用いた4種類のフォントのテキスト（左上：明朝、右上：創英角G、左下：教科書、右下：UD）

また、Navon課題にはGlobal文字が「4」、Local文字が「5」の文字を使用し、「4」と「5」のうちどちらを先に認識したかを回答してもらった（図3）。画像は回答に使用する端末によって見え方が異なり、ページを切り替えた際に画像の一部のみが表示された場合には回答者の注意の向け方に関係なくLocal文字を先に認識する

可能性が高くなると考えられるため、ページを切り替えた時点で、スクロールや縮小等の操作を行わなくても画像全体が見えたかどうかを問う設問も設けた。

3. 手続き

(1) 調査期間

2020年7月17日から2020年10月31日まで回答を受け付けた。

(2) 調査票の配布と回収

Google Formsを利用したWebアンケートを行った。アンケートフォームのURLはLINE, Twitter, メールで配布した。また, I大学及びS大学の授業終了後にURLを周知した。アンケートの回答はGoogle Formsのシステムによる自動回収を行った。

(3) 倫理的配慮

調査は任意参加とし、アンケートフォームの1ページ目に調査協力の同意を求める設問を設けた。この設問で「同意しない」と回答した回答者にはその他の設問を表示せずにアンケートが終了するように設定した。また、本調査は匿名であり氏名やメールアドレスなどの個人が特定可能な情報を収集せず、本調査に参加しなかったことによって回答者に不利益が生じることはない」と明記した。

4. 分析

各フォントの可読性、および、「線の太さ」「文字の大きさ」「文字の間隔」について、手続きに記した配点に基づき平均値と標準偏差を算出した。また、対象者の視認特性（2水準:Local, Global）とフォントの種類（4水準:明朝, 創英角G, 教科書体, UD）を独立変数、可読性、「線の太さ」「文字の大きさ」「文字の間隔」を従属変数とした2要因分散分析（混合計画）を実施した。なお、分析に先立ち、スマートフォンの画面上でNavon課題の画像の全体が操作をしなくても見えた」と回答した者のみを分析対象とすることとした。

統計解析にはR4.0.0（MASS, psychパッケージおよびanovakun485を含む）を用いた。

III. 結果

1. 分析対象者の抽出と

Navon課題の回答に際し、Navon図形がスマートフォンの画面上にスクロールせず認識できた者は69名（Local群30名, Global群39名;19歳以下9名, 20代52名, 30代3名, 40代4名, 70歳以上1名;男性12名, 女性57名）であった。以下、この69名の分析結果を報告していく。

表1に各フォントに対する可読性、線の太さ、文字の大きさ、文字間隔の評定値の平均値と標準偏差を視認特性ごとに示す。以下、フォントと視認特性が可読性の程度および線の太さ、文字の大きさ、文字間隔の適切さに及ぼす影響を検討した2要因分散分析の結果を示していく。なお、すべての2要因分散分析において交互作用は有意ではなかった。

2. テキストの可読性に対するフォントと視認特性の関連

フォントと視認特性を要因とした2要因分散分析の結果、フォントの主効果のみが有意であった（ $F(3, 201) = 35.8614, p = .0000, \eta^2 = 0.209$ ）。修正ボンフェローニ法による多重比較では、UDフォントが他の3フォントよりも有意に評価点が高く、逆に教科書体は他の3フォントに比べて有意に評価が低かった。

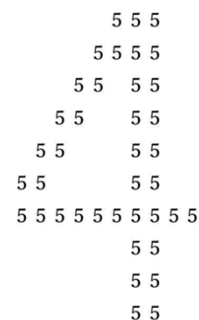


図3 提示に用いたNavon図形

表 1 視認特性ごとの各フォントに対する可読性・線の太さ・文字の大きさ・文字間隔の主観的適切性の評定値の平均値と標準偏差

視認特性：	HGS 明朝 B		HGS 創英角ゴシック UB		HGS 教科書体		UD デジタル教科書体 HP-B	
	Local	Global	Local	Global	Local	Global	Local	Global
	Local (n=30)	Global (n=39)						
可読性								
平均値	3.50	4.03	3.70	3.59	2.60	2.72	4.83	4.77
標準偏差	1.50	1.75	1.62	1.52	1.38	1.32	1.23	1.39
線の太さ								
平均値	2.23	2.13	1.43	1.28	0.40	0.46	2.20	2.03
標準偏差	0.77	0.86	0.94	1.02	0.62	0.68	0.71	0.71
文字の大きさ								
平均値	1.10	1.10	1.33	1.36	1.00	1.21	1.50	1.54
標準偏差	0.84	0.97	0.96	0.99	0.95	0.83	0.90	0.82
文字の間隔								
平均値	1.53	1.72	1.97	1.82	1.90	1.95	2.20	2.10
標準偏差	0.97	0.92	0.96	0.97	0.88	0.72	0.66	0.64

「可読性」の評定：「読みにくい（1点）」から「読みやすい（7点）」までの7件法で回答を求めた。

「線の太さ」「文字の大きさ」「文字の間隔」の評定：

「適切でない（0点）」「やや適切ではない（1点）」「やや適切である（2点）」「適切である（3点）」の4件法で回答を求めた。

3. テキストの線の太さに対するフォントと視認特性の関連

フォントと視認特性を要因とした 2 要因分散分析の結果、フォントの主効果のみが有意であった ($F(3, 201) = 77.1902, p = .0000, \eta^2 = 0.4370$)。修正ボンフェローニ法による多重比較では、UD フォント＝明朝＞創英角 G＞教科書体の順に評価が有意に高かった。

4. テキストの文字の大きさに対するフォントと視認特性の関連

フォントと視認特性を要因とした 2 要因分散分析の結果、フォントの主効果のみが有意であった ($F(3, 201) = 8.0263, p = .0000, \eta^2 = 0.0366$)。修正ボンフェローニ法による多重比較では、UD フォント＞教科書体、UD フォント＞明朝、創英角 G＞明朝の間に有意な差が認められた。

5. テキストの文字の間隔に対するフォントと視認特性の関連

フォントと視認特性を要因とした 2 要因分散分析の結果、フォントの主効果のみが有意であった ($F(3, 201) = 6.4212, p = .0004, \eta^2 = 0.0463$)。修正ボンフェローニ法による多重比較では、UD フォント＞明朝、UD フォント＞創英角 G、創英角 G＞明朝の間に有意な差が認められた。

IV. 考察

本研究は、テキストの可読性に対するフォントと視認特性の関連性を検討することを目的として行われた。以下、結果を踏まえて考察を行なっていく。

1. 可読性評価とフォントに関する検討

楊ら (2018) は、濃度、字面面積、英数字の形態がフォントの美感性に強く影響していると報告している。また、翌年に同じ手順でさらに詳しく実験を行い、その結果から若年者はデザインに着目して可読性を判断し、高齢者は英数字などの単純な文字を参考にしてフォント全体の可読性を判断していると主張した (楊ら, 2019)。本

研究の分散分析の結果、UDフォントは他の3つのフォントよりも可読性が高いと判断された。これはUDが可読性に特化して開発されたフォントであることを裏付ける結果であると考ええる。

「文字の大きさ」「文字の間隔」の各項目についての集計でも、UDは他のフォントよりも「適切である」と判断される程度が高いことが示された。ただし、「線の太さ」においては、UDフォントは明朝と「適切」の程度に差が認められなかった。逆に、教科書体が極端に低い得点を示したが、これはスマートフォン等の表示の小さい端末で回答した参加者が多く、一文字一文字が小さく表示されるため細い線はかすれてしまい、線の太いフォントほうが好まれたのだと考える。

2. 可読性評価と視認特性に関する検討

Local群では全体よりも細部を見ていると言えるため、線の強弱が抑えられ癖のないUDを読みやすいと感じ、線に強弱があったり山が表現されていたりする明朝や、線が極端に太く文字自体が崩れているゴシックを読みにくいと感じるのではないかと想定していた。しかし、いずれの課題、いずれの視認特性においても視認特性の違いによって可読性の評価に有意な差は得られなかった。

視認特性の判断にあたって本研究ではLocal文字とGlobal文字がどちらも数字のNavon課題を課し、Local文字とGlobal文字のどちらを先に認識したかを問うたが、表示サイズや画面との距離によって正しい結果が得られなかった可能性がある。Local文字またはGlobal文字のどちらかを回答するように指定し、反応時間を計測する実験を行うことでより正確な結果が得られると考えられる。

ところで、大井・大六(2013)の研究で広汎性発達障害の児童は局所優位の情報処理を行うことが報告されている。また、片桐ら(2012)の研究では、ASDのある人は局所から広域への注意の切り替えに困難を示すことが明らかにされている。本研究では発達障害等の診断・疑いの有無を考慮しなかったが、定型発達者と非定型発達者のグループに分けて視認特性の計測及びフォントの可読性の計測を行うことで、具体的な支援につなげられるようなフォントの可読性と視認特性の関連を見出すことができる可能性がある。

V. まとめと今後の課題

新型コロナ禍の中での研究となり、対象者に直接的な実験測定を行うことができないという制約の中、Web上で実験的なアプローチを試み、対象者にテキストの可読性を主観的に判断してもらった。しかしながら、主観的な可読性の判断と実際に情報処理に与える影響は異なる可能性がある。実際に文章を読む時間を計測したり、音読時の誤読率を計測したりしてフォントの違いが情報処理の正確さや円滑さに影響を与えるかどうかを検討することで、フォントごとの可読性の違いをより正確に測ることができると考える。

笹川ら(2018)は、フォントの読みやすさには「慣れ」が影響していると主張しており、本研究の結果も「慣れ」に影響されているのではないかと考えた。本研究の実験参加者は全回答者112名のうち101名が29歳以下と若年層が多く、Webサイトや動画のテロップなどの媒体で様々なフォントに日頃から慣れ親しんでいると考えられる。そのため、どのフォントについても比較的「読みにくい」と感じにくく、大きく差が出なかった可能性がある。年齢や性別によるフォントの可読性の違いについても、それぞれ十分な被験者数を集めグループ分けし、生活習慣等を考慮した上でフォントによる情報処理の速度や正確性を計測することで有意な差が得られる可能性があると考えられる。

主観的に可読性が高いと感じるフォントが実際に情報処理の速度、正確性、円滑さを高めるフォントであるとは限らない。また、今回の結果からも、フォントの可読性に着目した具体的な指導方法を提案するには至らなかった。そのため、今後の具体的な支援につなげるためには、文章を読む時間を計測したり音読時の誤読率を計測したりして客観的に可読性を評価するなど、可読性と文章読解の理解度を勘案した研究が必要になるのではないかと考えられた。

謝辞

本研究に協力いただいたすべての対象者の皆様に御礼申し上げます。本研究は、2020年度京都教育大学発達障害教育専攻の卒業論文を再分析し直し、投稿した論文である。

引用文献

- 片桐正敏・河西哲子・松井三枝・室橋春光（2012）アスペルガー障害は局所から広域への注意レベルの切り替えに困難を抱えている 日本認知心理学会発表論文集，11.
- 川上正浩・辻 弘美（2010）ひらがなNavon課題における形態・音韻類似性の影響 大阪樟蔭女子大学人間科学部研究紀要，9，27-34.
- 文部科学省初等中等教育局特別支援教育課（2012，12月5日）通常の学級に在籍する発達障害の可能性のある特別な教育的支援を必要とする児童生徒に関する調査結果について 文部科学省 https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/material/1328729.htm
- 大井亜由美・大六一志（2013）高機能広汎性発達障害児の階層的情報処理に対する拡大刺激，縮小刺激の効果 特殊教育学研究，51（1），1-10.
- 笹川千尋・関枝里子・高山絢圭・村田憲章（2018）フォントの違いによる読書パフォーマンスの評価：視線解析装置を用いた検討 新潟医療福祉学会誌，18（1），48.
- 楊 寧・須長正治・藤紀里子・伊原久裕（2018）ユニバーサルデザインフォントの評価に関する研究-1：—ユニバーサルデザインフォントの美感性に関する調査— デザイン学研究，65（1），151-160
- 楊 寧・須長正治・藤紀里子・伊原久裕（2019）ユニバーサルデザインフォントの可読性：—ユニバーサルデザインフォントの評価に関する研究-2— デザイン学研究，65（4），41-48.