

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

楊, 寧
九州大学大学院芸術工学府

須長, 正治
九州大学大学院芸術工学研究院

藤, 紀里子
九州大学大学院芸術工学研究院

伊原, 久裕
九州大学大学院芸術工学研究院

<https://hdl.handle.net/2324/7420549>

出版情報 : Bulletin of Japanese Society for the Science of Design. 65 (1), pp.51-60, 2018-07-31. Japanese Society for the Science of Design

バージョン :

権利関係 : Copyright © 2017 日本デザイン学会 All Rights Reserved.



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

Evaluations of Universal Design Fonts-1

—Aesthetic Evaluation and the Visual Attributes of Typefaces that Affect It as Factors

● 楊寧

九州大学芸術工学研究院

YANG, Ning

Kyushu University Faculty of Design

● 須長正治

九州大学芸術工学研究院

SUNAGA, Shoji

Kyushu University Faculty of Design

● 藤紀里子

九州大学芸術工学研究院

TOH, Kiriko

Kyushu University Faculty of Design

● 伊原久裕

九州大学芸術工学研究院

IHARA, Hisayasu

Kyushu University Faculty of Design

● Key words : Universal Design Fonts, Aesthetic Evaluation, Visual Attributes

要旨

本研究は、「ユニバーサルデザインフォント（以下「UD フォント」と表記）」として開発されたフォントの評価を中心に総合的に検証し、合わせてフォントの形態的属性についても調査を行い、これらの相関性を分析考察することで、望ましいUDフォントのデザインに関する指針を得ることを目的とした。

UDフォントの評価は、従来の視認性、判別性、可読性の3つの評価項目に、積極的な評価項目とされていなかった美感性を加え、計4つの項目で行った。若年者、デザイン関連業務経験者、高齢者の合計90名を被験者とした。また、角ゴシック体、丸ゴシック体、明朝体から、合計60フォントを実験用フォントとして選定した。

本稿では、実験のうち、美感性を取り上げて分析を行い、合わせて計測したフォントの形態属性との間の相関性を探った。その結果、濃度、字面面積、英数字の形態が、いずれのカテゴリーにおいても、見出しと本文フォントともに、美感性評価に強く影響していることがわかった。

Summary

This study aimed to investigate the correlation between the results of evaluation experiments of universal design fonts (UD fonts) and visual attributes of typefaces, such as stroke density, in order to contribute toward further development of UD fonts with better performance and higher aesthetic values. The study was conducted in the form of evaluation experiments, with feedback being gathered based on four evaluation points: visibility, legibility, readability, and aesthetic appeal. A total of 60 typefaces were selected from the Gothic, Round Gothic, and Ming styles, and 90 participants were recruited comprising college students, designers, and older adults.

In this paper, we report the results of the aesthetic evaluation. The results indicate that stroke density, character area, and alphanumeric character width-to-height ratio are significant factors that affect the evaluation of UD fonts from an aesthetic point of view.

1. はじめに

「ユニバーサルデザインフォント（以下「UDフォント」と表記）」は、松下電器とイワタが2006年に共同開発した「イワタUDフォント」をはじめとして、高齢者や弱視者を配慮した見やすく、読みやすいフォントとして各フォントメーカーで制作が行われるようになった。可読性、視認性などの機能的側面に重点を置くUDフォントは、開発に関連づけた実験による性能の検証が行われる点で他のフォントデザインと異なっている。実際、UDフォントの調査研究は、メーカーごとに実践されてきており、それぞれ報告がなされている。本研究もフォントワークス株式会社と筆者らの共同研究として実施したものであるが、これまでのUDフォントの研究の枠組みと以下の諸点で異なる。

第1に、従来の研究では、他のフォントとの比較によって該当するUDフォントの特性を明らかにすることに主眼が置かれているのに対して、本研究では通常のフォントも含め各社のUDフォントを総合的に比較調査した。第2に、表1に示しているように、従来のUDフォント研究では、角ゴシック体、丸ゴシック体、明朝体などのフォントのカテゴリーを区別することなく混合して調査しているものが多い。本研究では3つのカテゴリーごとに分けて実験を行った。第3に、フォントの形状の属性を計測し、それとの相関性を求め、フォントのデザインと可読性等の関係について考察を加えた。要約すれば、従来のUDフォントの研究が開発対象のフォントの機能性の検証に主眼が置かれてきたのに対し、本研究ではUDフォントとして開発されたフォントの評価を中心に総合的に検証し、合わせてフォントの形態的属性についても調査を行う。これらの相関性を分析考察することで、望ましいUDフォントのデザインに関する指針を得ることを目的としている。

2. 美感性の調査

調査分析の対象となるフォントの性能としては、表1に示すように先行研究にばらつきがあるが、本研究では、特に鷲巢らの研究を参考に、可読性、視認性、判別性、美感性を対象として、実験調査を行った。それぞれの性能を以下のように定義した。

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

表 1 先行研究のまとめ

著者	評価フォント	評価項目	評価方法	被験者	フォントの使用目的
鷲巣ら[注1] イワタUDフォント	既存角ゴシック体 既存丸ゴシック体	視認性 文字1つ1つ構成する要素 が視認しやすい	主観評価 異なるサイズの文字が読めるかどうか	高齢者 若年者	製品本体への表示
中野ら[注2, 3, 4] TB新UD	新UD(可読性・可視性) 従来UD(可読性・可視性) 明朝体(可読性) ゴシック体(可読性・可視性)	可読性 文章になったときの 読みやすさ 可視性 個々の文字の判別 しやすさ	最大読書速度(可読性) 文字サイズが最適な時に読める最大速度 臨界文字サイズ(可読性) 最大速度で読める最小文字サイズ 認知閾(読書視力)(可読性) ぎりぎり読める文字サイズ 正答率(可視性) 正しく読める割合 反応時間(可視性) 読み取りにかかる時間	若年者 (低視力シミュ レーター)	ぼやけるによる視力低下 に強いフォント
宮崎ら[注5] LIM Uni-Type	LIM Uni-Type(識・可・好感) ヒラギノ角ゴW4(識・可・好感) ヒラギノ明朝W4(識・可・好感) イワタUDゴシックR(可・好感) カクミン(可・好感)	識別性 見分けやすさ 可読性 読みやすさ 好感度 好ましさ	識別閾を測定 識別し得る最小の文字サイズ 主観評価(可読性・好感度) 読みやすいかどうか、好ましいかどうか	高齢者 若年者	ディスプレイ表示
袴田ら[注6] FA UDゴシック	FA UDゴシック 他社3フォント 自社1フォントゴシック体	見やすさ・美しさ 識別性 類似する文字の見間違い を防ぐわかりやすさ	主観評価(見やすさ・美しさ) 一対比較、どちらが見やすい、美しい 正答率(識別性) 正しく読める割合	高齢者 若年者	表示機器での テキスト表示
矢口ら[注7] みんなの文字	みんなの文字(IPO・官能・ユーザ) イワタUD(IPO・ユーザ) OCR-B(IPO) MSゴシック(IPO・ユーザ) 既存フォント(官能・ユーザ)	視認性 読み取りやすさ	IPOテスト 文字の視認性を客観的に評価する独自の手法 官能テスト ユーザテスト (①順位付け、②特定数字列抽出)	若年・高齢 (老眼と白内障 シミュレーター)	高速可変プリンター
中野[注8] モリサワUD	UD明朝、UDゴシック 自社明朝、ゴシック体 他社UD	可読性 読書効率 可視性 文字の判別しやすさ	読書視力(可読性) 臨界文字サイズ(可読性) 最大読書速度(可読性) 認知閾(文字サイズ)(可視性) 反応時間(可視性)	若年者 (低視力及び 高視力条件)	記載なし

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

本稿では、データの量の関係から、このうち、④の美感性について報告する。美感性については、従来のUDフォントを扱う研究では、読みやすさ・識別しやすさ・見分けやすさの指標である「可読性」、「視認性」、「判別性」の性能がほぼ共通して扱われてきたが、積極的な評価項目として扱われてこなかった。しかしUDフォントでしばしば指摘される問題点のひとつは、識別しやすさを向上させようとすると、美感性が低下する可能性がある点である。そうした問題が実際に確認できるかどうか、確認できるとしたらそのデザインの特徴との関連について考察することが有効であると考えた。

研究の手法としては、フォントの主観評価実験およびフォント形態属性の計測を行い、得られたデータを解析・比較することで、心理的側面と物理的側面の両面から総合的な分析を行うこととした。主観評価実験および計測に共通して使用するサンプルフォントは、フォントの3分類（「角ゴシック体」「丸ゴシック体」「明朝体」）から用途別（見出し用・本文用）に、各10フォントずつ（使用頻度が高い非UDフォントを3～4フォント含む）を選定した（図1(a)～(f)、末尾に「UD」表記があるフォントがUDフォントである）。

3. フォントの美感性評価実験

3.1. フォントの美感性評価実験

実験装置及び実験条件については、以下の通りである。

・実験装置：Mac Pro 制御の 4K ディスプレイ

 Dell : 23.8 inch UP2414Q

・文字色：黒（ $< 0.35 \text{ cd/m}^2$ ）

・背景色：白（ $\text{Dell} : 185 \text{ cd/m}^2$ ）

$\text{CIE1931xy} (x, y) = (0.3127, 0.3290)$

・観察距離：0.6m

・観察条件：暗室

被験者は、若年者、高齢者、視覚表示物デザイン関連業務経験者（以下「経験者」と略記）の3群とした。それぞれ30名の実験を実施し、合計90名となった。実験は九州大学芸術工学研究院の実験倫理委員会の許可を得て実施された。若年者は14名の男性と16名の女性から構成され、平均年齢は21.9（最小=19, 最大=28, $\text{SD}=1.62$ ）であり、一日のコンピュータの使用時間は平均5.7時間であった。高齢者は17名の男性と13名の女性から構成され、平均年齢は67.9（最小=65, 最大=78, $\text{SD}=3.21$ ）であり、一日のコンピュータの使用時間は平均0.7時間であった。経験者は、14名の男性と16名の女性から構成され、平均年齢は43.03（最小=25, 最大=67, $\text{SD}=12.2$ ）であり、一日のコンピュータの使用時間は平均7.6時間であった。見出しフォントの実験刺激は、1フォントにつき、文字種混合（一行の文字列）および文字種別：ひらがな（3から4文字）、カタカナ（3から4文字）、英語（1単語）以上の4種類から構成される（図2(a)）。文字の内容はそれぞれ10種類である。本文フォントの場合では、文字種混合の一段落（25字程度×4行）の文章を刺激とした（図2(b)）。文章の内容は計10種類である。文字サイズの設定に関しては、見出しフォントのディスプレイ上の表示サイズを20ptとし、本文フォントを10.5ptの表示サイズに設定した。

評価方法としては、サーストンの一対比較法を用いた[注9]。2つの実験刺激が凝視点の上下に提示され、被験者は提示された刺激から、「どちらが美しい」かを相対評価した。文章とフ

美しい日本語 M-K-01-UD	美しい日本語 M-K-02-UD	美しい日本語 M-K-03-UD
美しい日本語 M-K-04-UD	美しい日本語 M-K-05-UD	美しい日本語 M-K-06-UD
美しい日本語 M-K-07-UD	美しい日本語 M-K-08	美しい日本語 M-K-09
美しい日本語 M-K-10		

(a) 見出し用角ゴシック体

美しい日本語 M-MG-01-UD	美しい日本語 M-MG-02-UD	美しい日本語 M-MG-03-UD
美しい日本語 M-MG-04-UD	美しい日本語 M-MG-05-UD	美しい日本語 M-MG-06-UD
美しい日本語 M-MG-07-UD	美しい日本語 M-MG-08	美しい日本語 M-MG-09
美しい日本語 M-MG-10		

(b) 見出し用丸ゴシック体

美しい日本語 M-M-01-UD	美しい日本語 M-M-02-UD	美しい日本語 M-M-03-UD
美しい日本語 M-M-04-UD	美しい日本語 M-M-05-UD	美しい日本語 M-M-06-UD
美しい日本語 M-M-07	美しい日本語 M-M-08	美しい日本語 M-M-09
美しい日本語 M-M-10		

(c) 見出し用明朝体

美しい日本語 H-K-01-UD	美しい日本語 H-K-02-UD	美しい日本語 H-K-03-UD
美しい日本語 H-K-04-UD	美しい日本語 H-K-05-UD	美しい日本語 H-K-06-UD
美しい日本語 H-K-07-UD	美しい日本語 H-K-08	美しい日本語 H-K-09
美しい日本語 H-K-10		

(d) 本文用角ゴシック体

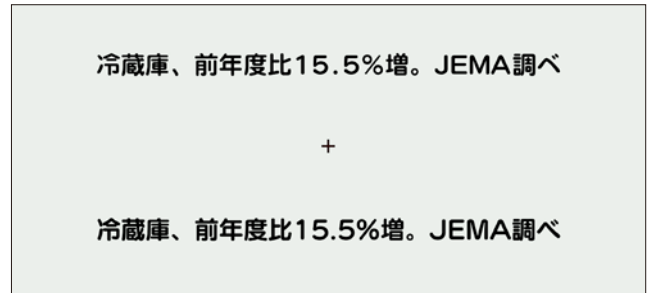
美しい日本語 H-MG-01-UD	美しい日本語 H-MG-02-UD	美しい日本語 H-MG-03-UD
美しい日本語 H-MG-04-UD	美しい日本語 H-MG-05-UD	美しい日本語 H-MG-06-UD
美しい日本語 H-MG-07-UD	美しい日本語 H-MG-08	美しい日本語 H-MG-09
美しい日本語 H-MG-10		

(e) 本文用丸ゴシック体

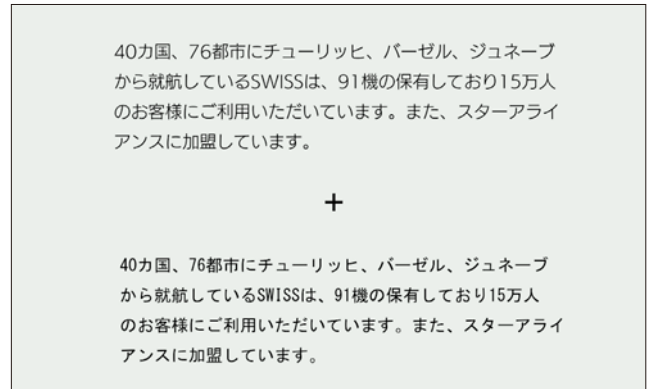
美しい日本語 H-M-01-UD	美しい日本語 H-M-02-UD	美しい日本語 H-M-03-UD
美しい日本語 H-M-04-UD	美しい日本語 H-M-05-UD	美しい日本語 H-M-06-UD
美しい日本語 H-M-07	美しい日本語 H-M-08	美しい日本語 H-M-09
美しい日本語 H-M-10		

(f) 本文用明朝体

図1 実験用フォント



(a) 見出し用フォントの実験画面



(b) 本文用フォントの実験画面

図2 実験画面

フォントの組み合わせはランダムに表示される。全ての被験者には実験操作の練習が行われた。判断を決める作業は被験者が納得するまで継続され、時間的制約はなかった。

3.2. 形態属性の計測

主観評価実験と平行して、主観評価実験と同様の計60フォントを計測対象とし、計量可能なフォントの形態属性を計測した。計測属性及び計測字形に関しては、表2に示している。

字面面積と濃度の計測に関しては、図3(a)に示しているように、仮想ボディ内の文字の上下左右の突出部分から字面を表す外接矩形の面積を計測し、字面面積の大きさとした。また、仮想ボディ内の塗りつぶされた領域の面積が仮想ボディ全体の面積に占める割合を濃度とし、計測を行った。漢字・仮名・英数字それぞれの字面面積を計測し、漢字と仮名の字面面積の平均値、漢字と仮名、漢字と英数字の字面面積比も求めた。また、漢字と英数字の外接矩形の縦幅と仮想ボディの横幅を計測し、プロポーシオンを計算した。

漢字のフトコロ率の計測に関しては、そもそもフトコロとはどの部分を指すのかという議論がある。本稿では計測の技術的制約も踏まえて、フトコロを完全に筆画で囲まれた部分に限定し、その幅の文字全体幅に対する割合をフトコロの広さと定義した。先行研究[注10]を参考に、計測方法については、図3(b)に示しているように、「夏」を例とすると、中心の「目」の部分の横幅の内寸を測り、字面最大幅に対する割合を計算した。以上の計測条件を満たすものの中から、「草」、「夏」、「暮」、「春」、「束」、「重」、「章」、「京」、「黄」、「某」の10文字を計測字形として選び、いずれも100ポイントのサイズで統一し、計測を行って、10文字の平均を算出した。

表2 フォント形態属性の計測項目

計測属性	計測字形 (UTF-16)
字面面積: 文字の上下左右の突出部分から字面を表す外接矩形の面積	ひらがな:3041~3093(清音のみ) カタカナ:30A1~30F6(清音のみ) 漢字:E400~9FA0 英数字
濃度(黒み): 仮想ボディ内の塗り潰された領域の割合の平均	ひらがな:3041~3093(清音のみ) カタカナ:30A1~30F6(清音のみ) 漢字:E400~9FA0 英数字
字面面積の比: 漢字に対する字面面積の割合(対象字種の字面面積の平均/漢字の字面面積の平均)	ひらがな / 漢字 カタカナ / 漢字 仮名の平均 / 漢字 英数字 / 漢字
プロポーション: 文字の縦横比(縦/横)の平均	漢字:E400~9FA0 英数字
フトコロ率: 漢字:フトコロの横幅の最大文字幅幅に対する割合の平均 ひらがな:完全に囲まれた部分の面積と字面面積の割合の平均	漢字:草、夏、暮、春、東、重、章、京、黄、某(計10文字) ひらがな:お、す、な、の、ぬ、は、ほ、ま、み、む、め、ゆ、る(計13文字)

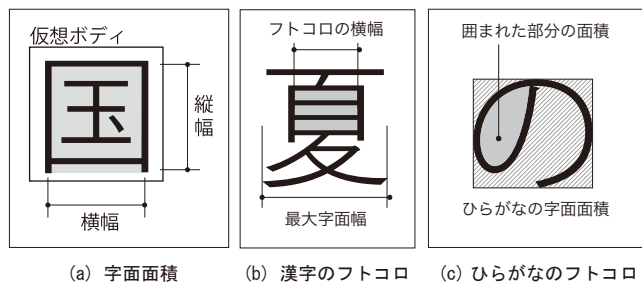


図3 フォント形態属性の計測方法

ひらがなのフトコロ率の計測に関しては、漢字と同様に、フトコロを完全に筆画で囲まれた部分に限定した。その面積と字面面積の割合をフトコロの広さと定義した。「お」、「す」、「な」、「の」、「ぬ」、「は」、「ほ」、「ま」、「み」、「む」、「め」、「ゆ」、「る」の13字を選定して計測を行い、平均を算出した。図3(c)に示しているように、「の」を例とすると、囲まれた丸い部分の面積を計算し、字面面積に対する割合を計算した[注11]。

なお、字面面積、濃度(黒み)、字面面積の比率、ひらがなのフトコロの計測に関しては、独自に開発したソフトウェアを用い、いずれも1000UPMのアウトライン座標空間で計測を行った[注12]。

3.3. 分析の手続き

実験結果および分析の手続きは、図4の通りである。

まず、評価実験から得られた実験結果を用いて、サーストン一対比較法による選択数から評価フォント毎に勝率を算出し、それを基に心理尺度値を求めた。次いで、形態属性との相関関係の分析に用いる実験結果を絞るために、被験者群間および文字種間の相関関係について考察した。最後に、フォント形態属性の計測結果との間の相関検定を行い、主観評価実験の結果に影響を与える形態属性を抽出した。

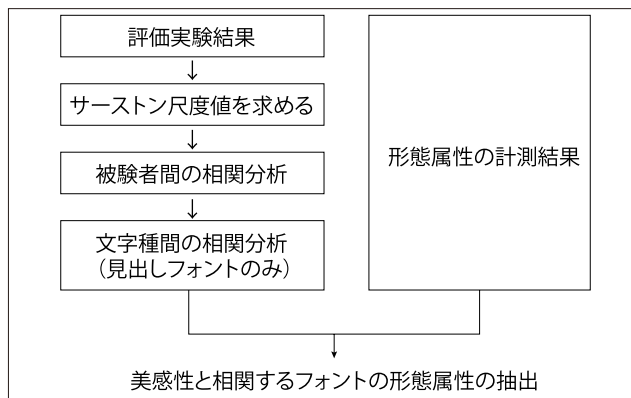


図4 分析の手続き

4. 結果

4.1. 美感性評価実験の結果

4.1.1. 見出しフォントの美感性評価実験結果

若年者による角ゴシック体・丸ゴシック体・明朝体の見出しフォントの美感性評価実験結果のサーストン尺度値を図5に示している。それぞれ文字種混合・ひらがな・カタカナ・英語の順で結果を図示し、横軸の右側に行くほど美感性の評価が高い。高齢者による見出しフォントの美感性評価実験結果のサーストン尺度値については、図6に示している。図7に経験者の実験結果の尺度値を示している。

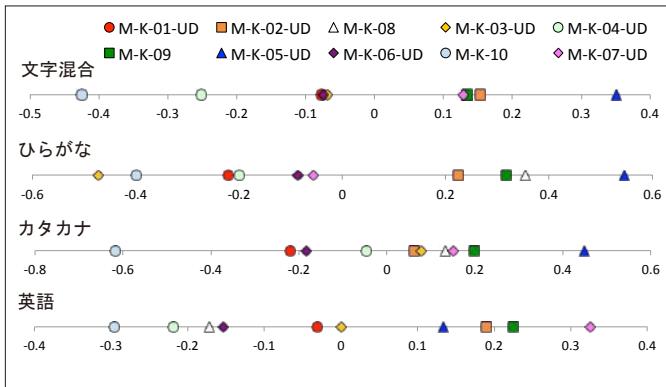
次に、これらの評価結果を用いて、被験者群間の相関関係を分析した。その結果を表3(a)にまとめている。相関係数行列を段階的に色分けし、白色のセルは相関係数が低く、濃い色のセルは相関係数が高い。結果を見ると、角ゴシック体、丸ゴシック体、明朝体ともに、若年者、高齢者、経験者の間に、いずれも有意な相関が認められ、被験者群間の差はなかった。そのため、若年者、高齢者、経験者の各群の評価結果に、被験者3群の合計評価を加え、文字種間の相関関係の分析を行った。その結果を表4に示す。

表4の分析結果から、角ゴシック体と明朝体の美感性評価の文字種間の相関関係については、いずれの被験者群においても、文字種混合と文字種別の間に相関が認められ、文字種間の差はないことがわかった。丸ゴシック体の美感性評価については、若年者と経験者の評価に、文字種間の差が見られたため、文字種別に考察する必要があると考えられる。それに対して、高齢者と被験者3群合計の評価では、文字種混合と文字種別の間に有意な相関性が認められ、差はなかった。

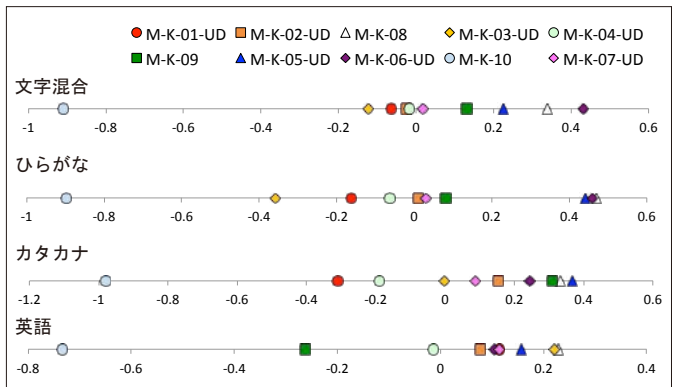
以上の分析結果を踏まえ、実際の日本語の文章は、漢字・仮名混じり文であることから、本稿では、見出しフォントの美感性評価では、文字種混合の3群の合計評価結果を取り上げることにした。それらの実験結果のサーストン尺度値を図8に示す。

4.1.2. 本文フォントの美感性評価実験結果

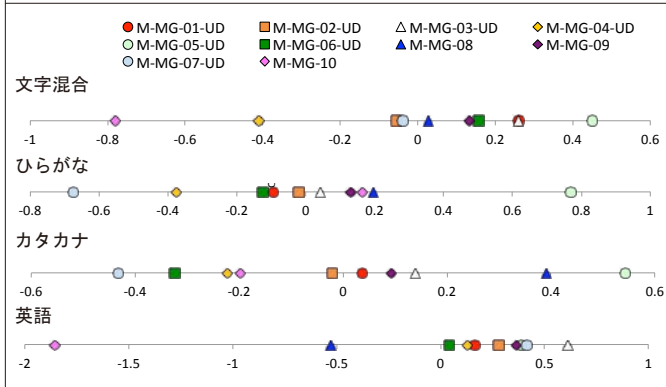
若年者・高齢者・経験者による本文フォントの美感性評価実験結果のサーストン尺度値を図9に示す。それぞれ角ゴシック体・丸ゴシック体・明朝体の順である。表3(b)に示すように、フォントの種別ごとに被験者3群間では異なる傾向となった。角ゴシック体・丸ゴシック体については、若年者と経験者の評価にて、高い相関が見られるが、高齢者はいずれとも異なる傾



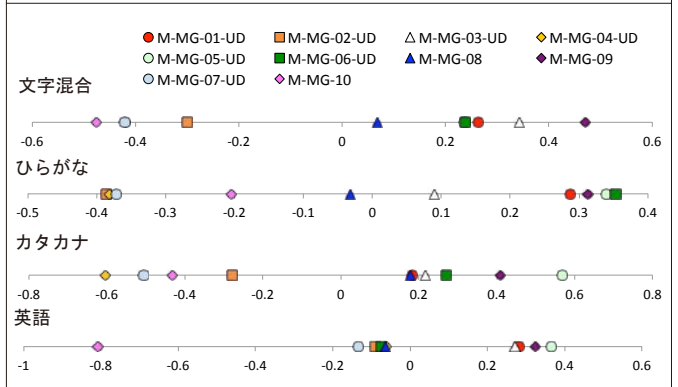
(a) 見出し角ゴシック体の美感性評価結果



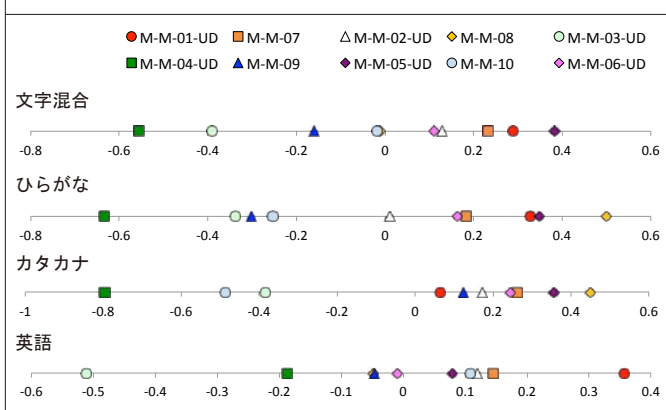
(a) 見出し角ゴシック体の美感性評価結果



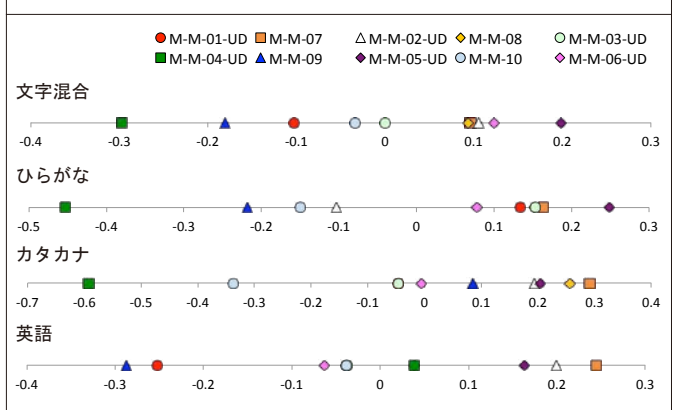
(b) 見出し丸ゴシック体の美感性評価結果



(b) 見出し丸ゴシック体の美感性評価結果



(c) 見出し明朝体の美感性評価結果



(c) 見出し明朝体の美感性評価結果

図5 若年者による見出しフォントの美感性評価結果のサーストン尺度値

図6 高齢者による見出しフォントの美感性評価結果のサーストン尺度値

向にあった。明朝体では、若年者、高齢者、経験者の間に、いずれも有意な相関が認められ、被験者群間の差はなかった。

以上の結果をふまえ、角ゴシック体と丸ゴシック体については、若年-経験者の群と高齢者に分けて考察することとした。明朝体については、いずれの被験者群においても有意な相関が見られたため、3群の合計評価を用いて分析することとした。実験結果のサーストン尺度値を図10に示す。

4.2. フォントの形態属性の計測結果

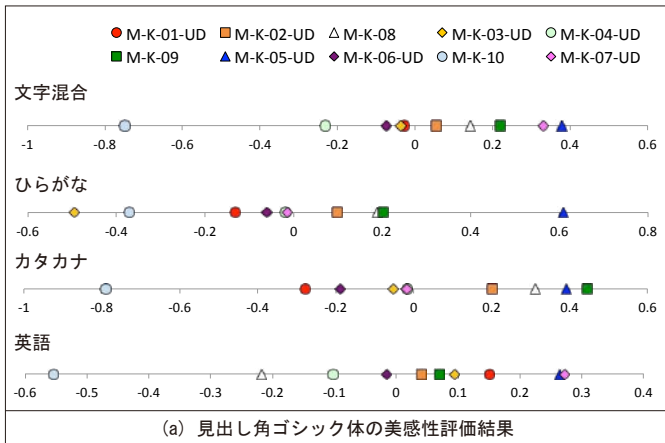
フォントの形態属性については、前述した独自開発したソフトウェアを用いて全フォントのデータを計測し、集計した。その計測結果の一部を表5に示している。

5. 美感性と高い相関を示すフォントの形態属性

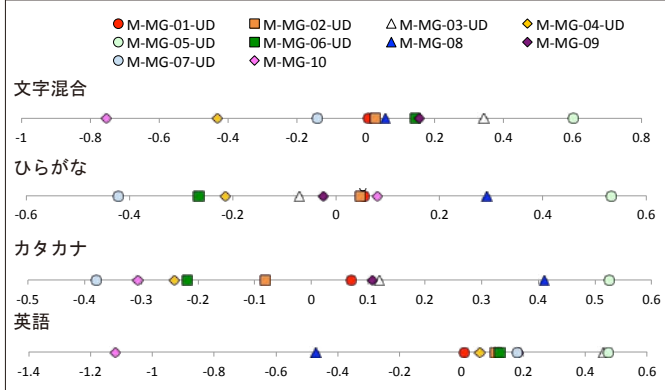
フォントのどのような形態属性要素が美感性に影響を与えているかを明らかにするため、主観評価実験の結果及びフォント形態属性の計測結果を用いて、相関分析を行った。

選定したフォントの形態属性要素は以下である。

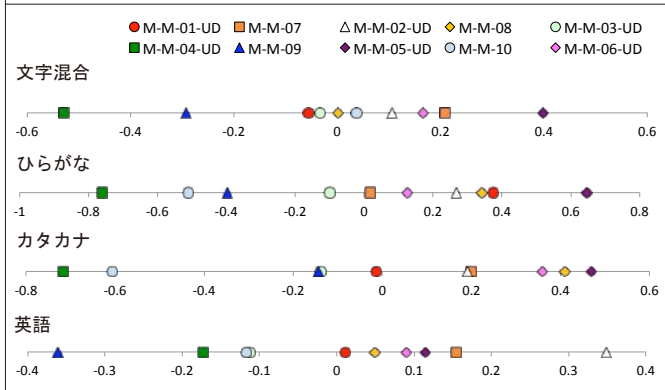
- かなと漢字の字面面積、英数字字面面積
- かなと漢字の濃度（黒み）
- プロポーショナル（漢字）、プロポーショナル（英数字）
- フトコロ率（漢字）
- 面積比（ひらがな / 漢字）、面積比（カタカナ / 漢字）、面積比（かな平均 / 漢字）、面積比（英数字 / 漢字）



(a) 見出し角ゴシック体の美感性評価結果



(b) 見出し丸ゴシック体の美感性評価結果



(c) 見出し明朝体の美感性評価結果

図7 経験者による見出しフォントの美感性評価結果のサーストン尺度値

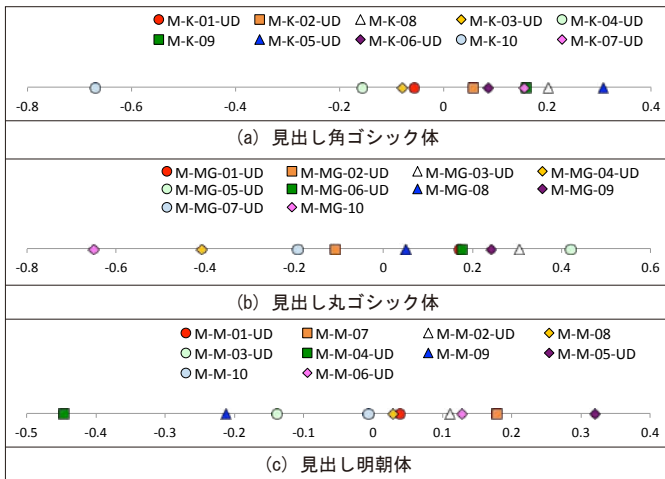
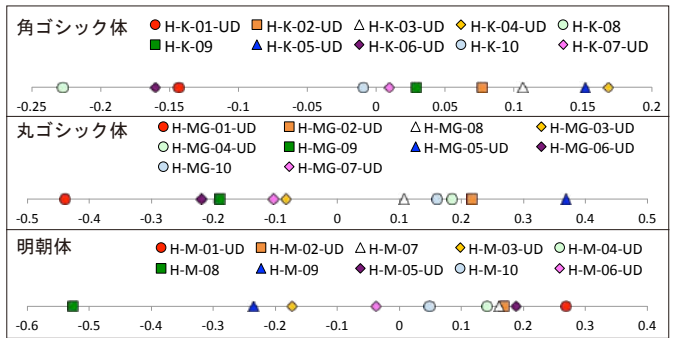
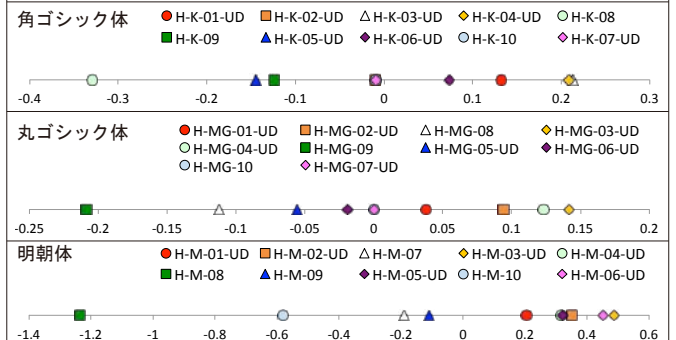


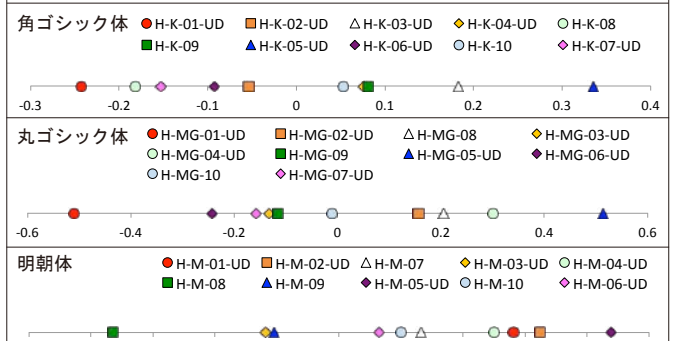
図8 見出しフォントの美感性評価結果(被験者合計)



(a) 若年者による本文フォントの美感性評価結果

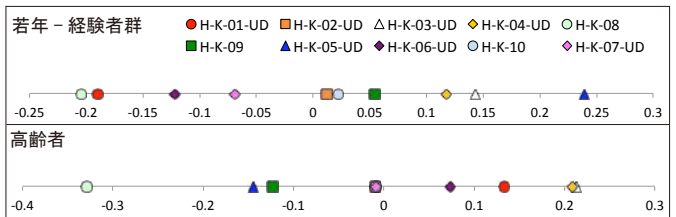


(b) 高齢者による本文フォントの美感性評価結果

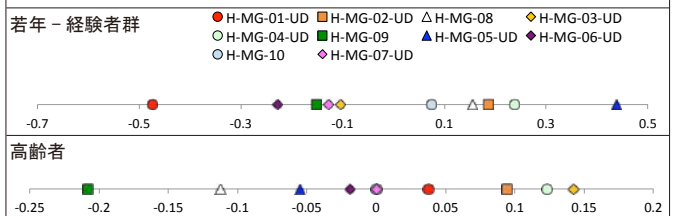


(c) 経験者による本文フォントの美感性評価結果

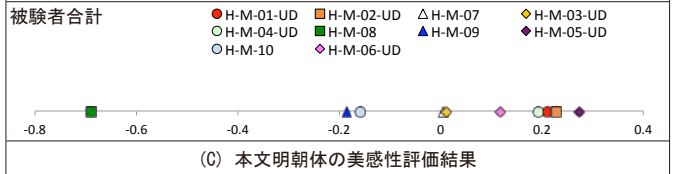
図9 本文フォントの美感性評価結果のサーストン尺度値



(a) 本文角ゴシック体の美感性評価結果



(b) 本文丸ゴシック体の美感性評価結果



(c) 本文明朝体の美感性評価結果

図10 本文フォントの美感性評価結果

表 3 被験者間の相関分析結果

(a) 見出しフォントの美感性実験の被験者間の相関分析結果

見出し		若年-高齢	若年-経験	高齢-経験
		角ゴシック	0.685 *	0.939 **
丸ゴシック	0.799 **	0.956 **	0.773 **	
明朝	0.695 *	0.815 **	0.949 **	

(b) 本文フォントの美感性実験の被験者間の相関分析結果

本文		若年-高齢	若年-経験	高齢-経験
		角ゴシック	0.364 n.s.	0.775 **
丸ゴシック	0.109 n.s.	0.946 **	-0.031 n.s.	
明朝	0.602 +	0.945 **	0.618 +	

(** : p < 0.01, * : p < 0.05, + : p < 0.1, n.s. : p > 0.1)

表 4 美感性実験の見出しフォントの文字種間の相関分析結果

		文字種混合一 ひらがな	文字種混合一 カタカナ	文字種混合一 英語	ひらがな-カタ カナ	ひらがな-英 語	カタカナ-英語
		角ゴシック	若年者	0.839 **	0.899 **	0.747 *	0.719 *
	高齢者	0.961 **	0.920 **	0.779 **	0.898 **	0.691 *	0.723 *
	経験者	0.677 *	0.847 **	0.845 **	0.752 *	0.401 n.s.	0.565 +
	被験者合計	0.855 **	0.942 **	0.844 **	0.834 **	0.504 n.s.	0.756 *
丸ゴシック	若年者	0.316 n.s.	0.525 n.s.	0.763 *	0.846 **	-0.160 n.s.	0.134 n.s.
	高齢者	0.910 **	0.938 **	0.772 **	0.923 **	0.586 +	0.691 *
	経験者	0.386 n.s.	0.725 *	0.778 **	0.846 **	-0.109 n.s.	0.275 n.s.
	被験者合計	0.611 +	0.809 **	0.762 *	0.905 **	0.102 n.s.	0.383 n.s.
明朝	若年者	0.835 **	0.762 *	0.791 **	0.868 **	0.557 +	0.435 n.s.
	高齢者	0.783 **	0.739 *	0.569 +	0.720 *	0.204 n.s.	0.297 n.s.
	経験者	0.762 *	0.741 *	0.697 *	0.894 **	0.691 *	0.632 *
	被験者合計	0.856 **	0.781 **	0.747 *	0.870 **	0.577 +	0.511 n.s.

(** : p < 0.01, * : p < 0.05, + : p < 0.1, n.s. : p > 0.1)

表 5 フォントの形態属性の計測結果 (一部抜粋)

フォント	見出し	字面面積				濃度			プロポーショナル		フトコロ率	字面面積比			
		ひらがな	カタカナ	漢字	英数字	ひらがな	カタカナ	漢字	漢字	英数字	漢字	ひらがな/漢字	カタカナ/漢字	かな平均/漢字	英数/漢字
M-K-01-UD		769954	732361	879844	558561	335873	285783	545780	1.0000	1.3401	0.4905	0.8751	0.8324	0.8537	0.6348
M-K-02-UD		703862	657712	887328	506907	308077	253718	519557	0.9873	1.2962	0.5117	0.7932	0.7412	0.7672	0.5713
M-K-03-UD		765609	704754	863950	507515	344029	273723	541650	0.9904	1.3389	0.4827	0.8862	0.8157	0.8510	0.5874
M-K-04-UD		761236	695540	910080	562464	330703	272899	543399	0.9875	1.2143	0.4415	0.8364	0.7643	0.8004	0.6180
M-K-05-UD		669369	589765	820820	426579	257473	208052	444630	0.9912	1.3849	0.4668	0.8155	0.7185	0.7670	0.5197
M-K-06-UD		790948	725616	910453	507298	261869	210006	454239	1.0012	1.3610	0.5864	0.8687	0.7970	0.8329	0.5572
M-K-07-UD		764198	715377	891939	477623	316552	264649	496609	0.9956	1.3105	0.4848	0.8568	0.8020	0.8294	0.5355
M-K-08		661770	589808	806323	458489	248564	192087	393383	0.9802	1.3165	0.4935	0.8207	0.7315	0.7761	0.5686
M-K-09		727353	660114	881712	407071	290460	229266	487990	0.9936	1.4829	0.4363	0.8249	0.7487	0.7868	0.4617
M-K-10		759152	753609	903589	438101	364026	335346	589521	0.9944	1.2428	0.4177	0.8402	0.8340	0.8371	0.4848

フォント	本文	字面面積				濃度			プロポーショナル		フトコロ率	字面面積比				
		ひらがな	カタカナ	漢字	英数字	ひらがな	カタカナ	漢字	漢字	英数字	漢字	ひらがな/漢字	カタカナ/漢字	かな平均/漢字	英数/漢字	
H-K-01-UD		722022	672821	853193	473223	178814	141318	310686	1.0023	1.4059	0.5833	0.0859	0.8463	0.7886	0.8174	0.5546
H-K-02-UD		680663	633653	857671	478168	218338	176251	379003	0.9878	1.3408	0.5783	0.0778	0.7936	0.7388	0.7662	0.5575
H-K-03-UD		678323	623526	849010	458787	197170	158061	369956	0.9932	1.4691	0.5974	0.0692	0.7990	0.7344	0.7667	0.5404
H-K-04-UD		692654	627303	889173	513352	189653	150138	358112	0.9946	1.3226	0.5345	0.0825	0.7790	0.7055	0.7422	0.5773
H-K-05-UD		632838	564764	794710	409023	182279	147633	328957	0.9887	1.4431	0.5139	0.0754	0.7963	0.7107	0.7535	0.5147
H-K-06-UD		748239	687110	899755	500235	192604	156472	340339	1.0029	1.3802	0.6183	0.0990	0.8316	0.7637	0.7976	0.5560
H-K-07-UD		730581	674010	886595	459694	230930	188175	389567	0.9934	1.3786	0.5373	0.0658	0.8240	0.7602	0.7921	0.5185
H-K-08		641822	556902	794155	309213	190713	157022	347385	0.9934	1.8825	0.4653	0.0559	0.8082	0.7013	0.7547	0.3894
H-K-09		698876	628253	851404	381078	175076	134127	309175	0.9941	1.5535	0.5350	0.0730	0.8209	0.7379	0.7794	0.4476
H-K-10		686331	644909	850328	435190	224699	188419	393357	0.9911	1.4402	0.5362	0.0572	0.8071	0.7584	0.7828	0.5118

(表の中に示している字面面積、濃度は、UPMに基づく面積の値であり、最大は1000,000である。プロポーショナル、フトコロ率、字面面積比は、それぞれの比率の値である。)

表 6 美感性とフォントの形態属性の相関分析結果

		字面面積 (平均)	濃度 (平均)	プロポーショナル (漢字)	フトコロ率 (漢字)	面積比 (ひらがな/漢字)	面積比 (カタカナ/漢字)	面積比 (仮名平均/漢字)	面積比 (英数/漢字)	プロポーショナル (英数字)	字面面積 (英数字)
		見出し	角ゴシック	-0.606 +	-0.834 **	-0.163 n.s.	0.429 n.s.	-0.229 n.s.	-0.666 *	-0.513 n.s.	0.039 n.s.
	丸ゴシック	-0.438 n.s.	-0.694 *	0.400 n.s.	0.737 *	0.130 n.s.	0.081 n.s.	0.106 n.s.	0.366 n.s.	-0.564 +	0.216 n.s.
	明朝	-0.735 *	-0.674 *	0.003 n.s.	-0.024 n.s.	-0.257 n.s.	-0.182 n.s.	-0.221 n.s.	-0.050 n.s.	0.354 n.s.	-0.382 n.s.
本文	角ゴシック(若-経)	-0.319 n.s.	0.003 n.s.	-0.600 +	-0.016 n.s.	-0.690 *	-0.460 n.s.	-0.584 +	0.271 n.s.	-0.357 n.s.	0.158 n.s.
	角ゴシック(高齢)	0.636 *	0.096 n.s.	0.364 n.s.	0.751 *	-0.036 n.s.	0.387 n.s.	0.223 n.s.	0.867 **	-0.754 *	0.885 **
	丸ゴシック(若-経)	-0.147 n.s.	-0.164 n.s.	-0.251 n.s.	-0.862 **	-0.325 n.s.	-0.337 n.s.	-0.331 n.s.	-0.319 n.s.	0.498 n.s.	-0.323 n.s.
	丸ゴシック(高齢)	0.359 n.s.	0.023 n.s.	0.096 n.s.	-0.228 n.s.	-0.050 n.s.	-0.043 n.s.	-0.046 n.s.	0.075 n.s.	0.015 n.s.	0.754 *
	明朝(若-経-高)	-0.043 n.s.	0.872 **	0.457 n.s.	0.033 n.s.	-0.405 n.s.	-0.253 n.s.	-0.321 n.s.	0.728 *	-0.785 **	0.731 *

(** : p < 0.01, * : p < 0.05, + : p < 0.1, n.s. : p > 0.1)

相関分析の結果を表6に示す。以下、考察を行う。

5.1. 見出しフォントの美感性

角ゴシック体・丸ゴシック体・明朝体の見出しフォントの文字種混合の条件での美感性評価と高い相関性を示す形態属性を検査し、高い相関性を示す属性を用いて、見出しフォントに関するグラフを作成した(図11)。グレーの棒グラフが美感性評価の心理尺度値であり、値の大きさで並べ替え、左側ほど美感性の評価が高いことを示している。第2軸の線グラフが各フォントの属性の計測値を標準化した値であり、属性ごとに色違いで表示している。このグラフより、見出しフォントの実験結果の相関性を観察すると、以下の3つの全体的な特徴が見られた。

- (1) 濃度の影響が全体的に強い。
- 概ね角ゴシック体、丸ゴシック体、明朝体ともに見出しフォントについては、濃度の度合いとの相関関係が認められた。各フォントのグラフから、視覚的に濃くない(黒くない)ほうが美感性の評価が高かった。この傾向は、特に角ゴシック体に顕著である。
- (2) 平均字面面積の影響が強い。
- 角ゴシック体、明朝の見出しフォントについては、平均字面面積との間に相関が認められ、平均より字面が小さいほうが評価は高かった。他方で丸ゴシック体には、こういった傾向が見られなかった。
- (3) 英数字の形態の影響が強い。

角ゴシック体、丸ゴシック体の見出しフォントについては、英数字のプロポーシオンとの間に相関が認められ、角ゴシック体の場合では、平均より横幅が狭いほうが評価は高かった。丸ゴシック体に関しては、横幅が広いほうが評価は高かった。

5.2. 本文フォントの美感性

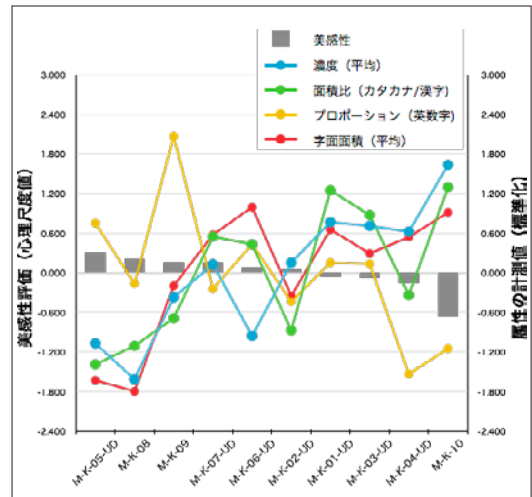
角ゴシック体・丸ゴシック体の本文フォントの美感性の評価結果と高い相関性のある形態属性を検査するにあたって、若年-経験者の群と高齢者に分けて考察を進めた。また明朝体に関しては、被験者3群合計の結果を用いて分析した。その結果を示す。

(1) 角ゴシック体

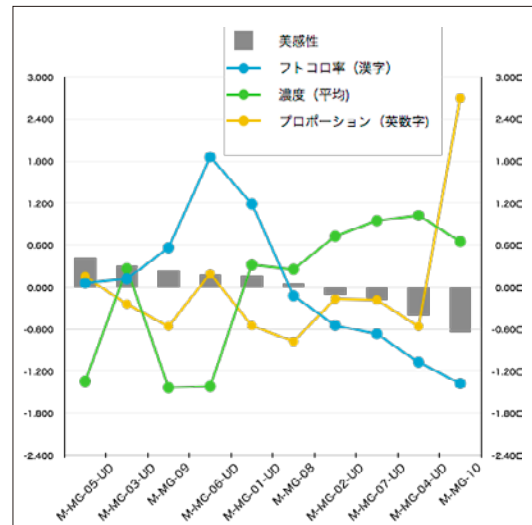
本文フォントの相関性を表すグラフを作成した。若年-経験者の群のグラフを図12(a)に、高齢者の評価結果と相関するフォントの形態属性を表すグラフを図12(b)に示す。

若年-経験者による角ゴシック体本文フォントの美感性の評価については、漢字のプロポーシオンと仮名の字面面積の比率との間に相関関係が認められた。漢字の横幅が平均より広いほうが美感性の評価は高かった。また、仮名の字面面積が小さいフォントのほうが美感性の評価は高かった。

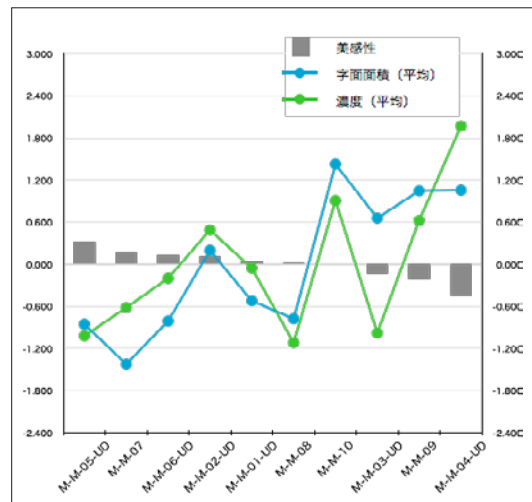
高齢者の評価については、字面面積、漢字のフトコロ率と英数字のプロポーシオンとの間に相関性が認められた。平均字面



(a) 見出し角ゴシック体



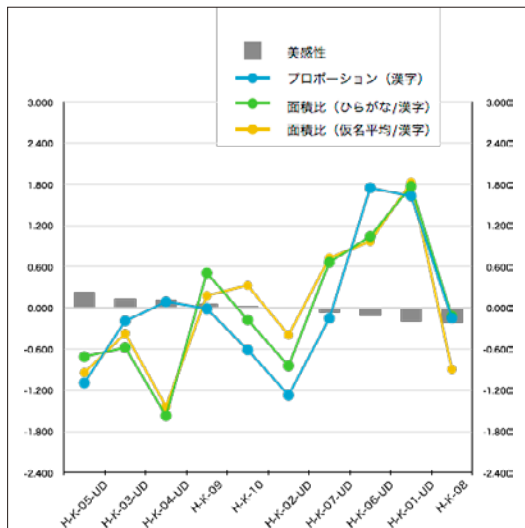
(b) 見出し丸ゴシック体



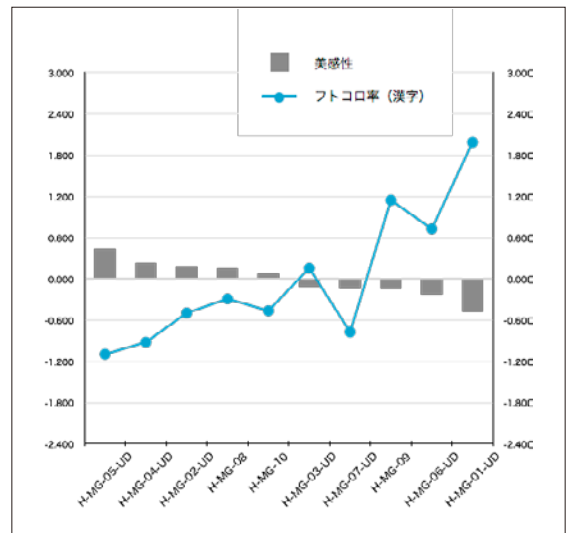
(c) 見出し明朝体

図11 見出しフォントの美感性と相関するフォントの形態属性

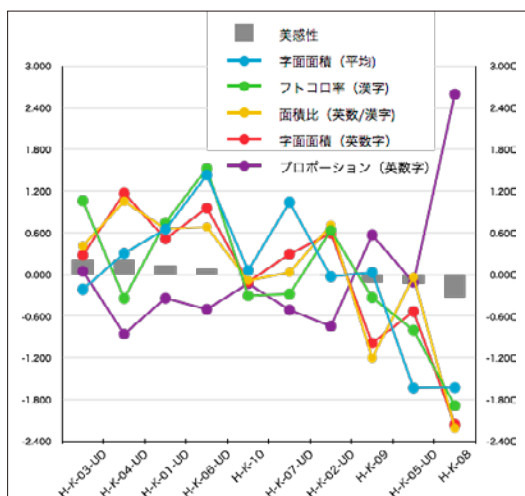
面積については、特に英数字の場合に字面面積が大きいほうが、美感性の評価は高かった。また、漢字のフトコロ率が大きいフォント、そして、英数字の横幅が広いフォントが美感性の評価は高い。



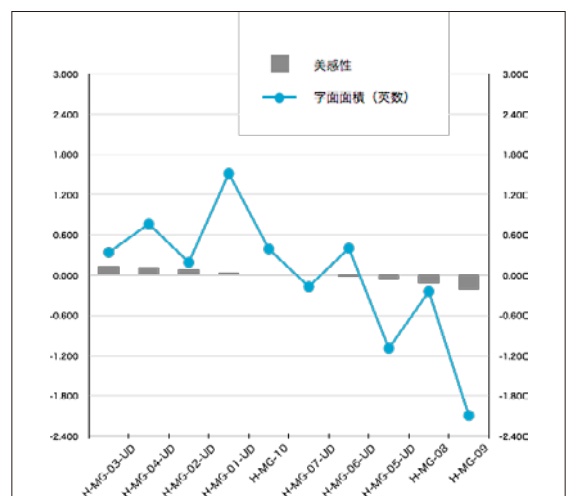
(a) 若年 - 経験者群



(a) 若年 - 経験者群



(b) 高齢者



(b) 高齢者

図 12 本文角ゴシック体の美感性と相関するフォントの形態属性

図 13 本文丸ゴシック体の美感性と相関するフォントの形態属性

(2) 丸ゴシック体

若年 - 経験者の群のグラフを図 13(a) に、高齢者の評価結果と相関するフォントの形態属性を表すグラフを図 13(b) に示す。

若年 - 経験者による丸ゴシック体本文フォントの美感性評価は、漢字のフトコロ率と相関し、フトコロ率が小さなフォントの美感性の評価は高い。高齢者による丸ゴシック体本文フォントの美感性評価は、英数字の形状属性との相関認められ、英数字の字面面積が大きく、漢字と比較して英数字が大きいほうが美感性の評価は高い。

(3) 明朝体

明朝本文フォントの美感性と相関する属性を図 14 に示す。濃度との高い相関関係が認められ、見出しフォントと異なり、視覚的に濃い (黒い) ほうが美感性の評価が高くなっていた。英数字のプロポーショナルと相関しており、平均より横幅が広いフォントの美感性の評価が高かった。また英数字の字面面積の影響も見られ、面積の大きなフォントの美感性評価が高かった。

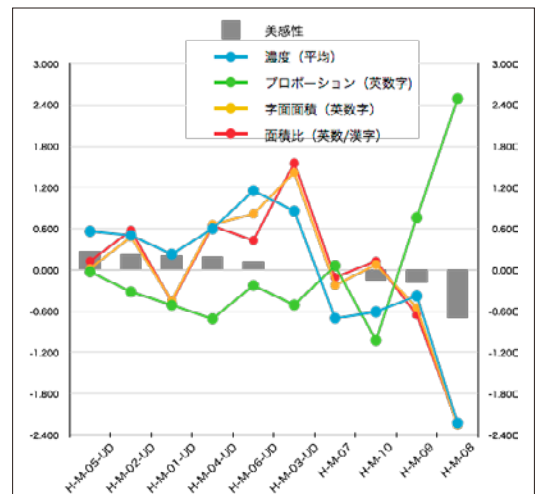


図 14 本文明朝体の美感性と相関するフォントの形態属性

6. おわりに

本研究では、角ゴシック体、丸ゴシック体、明朝体のカテゴ

リーごとに代表的な UD フォントを中心に実施した可読性、視認性、判別性、美感性の実験のうち、美感性を取り上げて分析

を行い、合わせて計測したフォントの形態との間の相関性を探った。その結果、濃度、字面面積、英数字の形態が、いずれのカテゴリーにおいても見出し、本文フォントともに、美感性評価に強く影響していることがわかった。このことから、UDフォントの諸属性が、従来の視認性・可読性・判別性のみならずその美感性をコントロールするうえでも重要であると言える。特に、見出しフォントの評価結果において、濃度からの影響が顕著である。文字の見た目の濃さは、フォントの美しさの印象の変化に影響を与えている重要な属性であると考えられる。見た目の濃さは可読性、視認性と関係があり、その関係を検討する研究が見られるが、書体の印象との関係について検討した先行研究〔注13〕においても、文字の太さごとの印象の特徴および文字の太さによる印象の変化が明らかにされている。

また、若年者、経験者、高齢者の3つの被験者群間の相関分析から、見出しフォントの場合では被験者群間の差はなかったが、本文フォントの場合では、高齢者の評価結果が、若年-経験者群とは異なる傾向にあった。このことは、高齢者は他の被験群と異なる基準で本文用のフォントの美しさを評価していることを示唆している。本研究では、丸ゴシック体について、若年者や経験者がフトコロの小さなフォントを美しいと評価する一方で、高齢者では字面の大きなフォントを評価していた。このことは、高齢者が比較的大きなフォントを美しいと見なす可能性があることを示唆している。

これらの点については、可読性、視認性、判別性についての分析結果を踏まえて、改めて考察する必要がある。

謝辞

本研究は、株式会社フォントワークスとの共同研究として実施され、同社から主に技術面での協力をいただきました。

注および参考文献

- 1) 鷲巢敏行：文字のユニバーサルデザイナーユニバーサルデザイン視点から見た読みやすい文字の研究開発経緯一，日本印刷学会誌，46(3)，131-136，2009
- 2) Nakano, Y., Yamamoto, R., et al., Development of a “universal design” font with blur tolerance (1): A comparison of the readability of Ming, Gothic, and “universal design” typefaces, Proceedings of the 3rd international Conference for Universal Design 2010 (2010)
- 3) Arai, T., Nakano, Y., et al., Development of a “universal design” font with blur tolerance (2): A comparison of the legibility of Ming, Gothic, and “universal design” typefaces, Proceedings of the 3rd international Conference for Universal Design 2010 (2010)
- 4) Yamamoto, R., Nakano, Y., et al., Development of a “universal design” font with blur tolerance (3): A comparison of the legibility of Gothic typeface and a UD font, Proceedings of the 3rd international Conference for Universal Design 2010 (2010)
- 5) 宮崎紀郎，日比野治雄，他：デジタルデバイス用ユニバーサルデザインフォント「LIM Uni-Type」開発，デザイン学研究作品集，16，58-61，2011
- 6) 袴田博之，大谷満，他：ユニバーサルデザインフォント開発の取り組み，NEC 技報，64，45-49，2011
- 7) 矢口博之，竹下直幸，他：視覚特性や提示条件が変化しても読み間違いが起りにくい金融コミュニケーション向けUDフォントの開発，日本印刷学会誌，50(1)，057-067，2013
- 8) 中野泰志：モリスワフォント（UD書体）の可視性・可読性に関する比較研究報告 <http://www.morisawa.co.jp/fonts/udfont/data/UDFontResearchReport.pdf>（参照日2017年5月10日）
- 9) サーストンの一対比較法とは、複数個の刺激の中から2つずつ組み合わせ、全ての組み合わせの刺激対を被験者に提示し、特定の判断基準に基づいてどちらかの刺激を選択させる方法である。選択された度数を観測度数として、比較判断の法則から刺激間においての特定の判断基準に対する間隔尺度を与える。
- 10) 楊寧，伊原久裕：中国語と日本語本文書体の調和ある混植のための書体類似性評価，芸術工学会誌，66，76-83，2014
- 11) 漢字とひらがなのフトコロの測定方法については、フォントワークス株式会社の藤田重信氏から教示をいただいた専門の書体デザイナーが用いている実践的方法であり、従来の方法よりもフトコロをはっきり計測することができ、また文字幅を総体的の比率を表すことで、書体同士の比較が容易なことが利点である。
- 12) 文字データの座標の大きさは、UPM(Units Per EM)の値によって定義されている。EMは、文字の仮想ボディの辺の長さの単位のことであり、1unitが文字データ座標における1単位である。UPM値は、1EMあたりのunit数で決められ、UPMが大きいほど高い精度で文字をデザインすることができるが、1000が標準的な値である。
- 13) 李志炯，崔庭瑞，他：文字の太さによる印象の変化—明朝体・ゴシック体のひらがなとカタカナを中心に—，デザイン学研究，63(5)，101-108，2017