

発達性ディスレクシアに特化した欧文書体の特徴

朱心茹¹

概要: 発達性ディスレクシアに対する支援には様々なものがある。欧米ではディスレクシアに特化した書体が開発されており、それらの書体がディスレクシアの人々にとってより読みやすいことが示されている。日本においても、書体がディスレクシアの人々の読みに影響を与えることが明らかになったが、ディスレクシアに特化した書体は制作されていない。本研究は、ディスレクシアに特化した和文書体をデザインするため、ディスレクシアに特化した欧文書体の読みやすさに関する特徴を整理することを目的とする。研究対象に選定した3つのディスレクシア書体と6つの一般書体に対する数値的な計測と視覚的な分析を通してディスレクシアに特化した欧文書体の可読性に関する特徴と視認性に関する特徴を抽出した。

キーワード: 発達性ディスレクシア, 書体, 可読性, 視認性

Characteristics of Latin Typefaces for Dyslexic Readers

XINRU ZHU¹

Abstract: While it is held that typefaces, among numbers of assistive technologies, have impacts on dyslexic readers, Japanese typefaces for dyslexic readers have not been created, mainly because it is not easy to define the characteristics of specially designed typefaces. In this study, we extracted the characteristics of Latin typefaces for dyslexic readers through measuring and examining letterforms of 3 specially designed typefaces and 6 standard typefaces with the aim of defining characteristics of specially designed Japanese typefaces for dyslexic readers. The characteristics of the Latin typefaces for dyslexic readers which are related to readability and legibility were extracted in this study.

Keywords: developmental dyslexia, typefaces, readability, legibility

1. 研究の背景と目的

1.1 研究の背景

1.1.1 発達性ディスレクシアとその支援

発達性ディスレクシア（以下ディスレクシア）は、知的能力や教育環境に問題がないにも関わらず、読み書きに特異的な困難が認められる学習困難である [1]。英語圏では5-17%の学齢期児童にディスレクシアの症状がみられることが示されており、日本では3-5%の頻度で出現するとされている [2]。

ディスレクシアを持つ児童は程度の差や症状の違いはあるものの、読み書きに著しい困難を示す。こうした困難は

児童の読む機会の増加を妨げ、したがって語彙や知識の増加を妨げる。また、ディスレクシアの症状は児童の自信の喪失につながる可能性が高いことが示されている [3]。そのため、教育の場ではディスレクシアを持つ児童に対して合理的配慮に基づく指導と支援を提供することが重要となる。

ディスレクシアを持つ児童に対して、現在使用されている主な指導方法と支援方法は、それぞれ品川 [4] と Smythe [5] により整理されている。文章を読むことを支援する方法としては主に、(1) ソフトウェアやハードウェアを使用した文章の読み上げ、(2) マルチメディア DAISY による文章の読み上げおよびハイライト、(3) 書体、行間、行長、文字間などの文章の組版要素の調整、が挙げられる。

このうち、(1) と (2) に関しては日本でも開発が進めら

¹ 東京大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, University of Tokyo

れており、特にマルチメディア DAISY は図書館において積極的に導入されている [6]。このことから、ディスレクシアを持つ人々の多くにとって、読み上げによる支援が有効であることがわかる。また、ディスレクシアの原因は解明されていないものの、書かれた文字を音に変換する音韻処理プロセスに何らかの問題が発生しているという仮説が有力である [1] ことも、読み上げによるディスレクシア支援技術が比較的多く存在する理由である。これに対して、組版要素の調整による視覚的な支援は軽視されがちである。

しかしながら、読み上げによる支援には専用のソフトウェアやハードウェアが必要となることや読み上げの音声を聞き取れる環境が必要であることを別としても、ディスレクシアの症状は人によってさまざまであり、中には聞き取ることが苦手で、視覚による情報の提示を好む人も存在する [4]。そのため、それぞれの人の特性に合った支援を提供できるよう、多種多様な支援技術が開発されることが重要であり、組版要素の調整による視覚的な支援も重視されるべきである。

1.1.2 組版要素の調整による視覚的な支援

Rello ら [7], [8] による研究では、英語とスペイン語において、文章の組版要素がディスレクシアの人々の読みに影響を与えることが示されている。研究としてまとめたものは少ないが、日本においても組版要素の調整は有効だと考えられており、ディスレクシア支援活動を行っている NPO エッジのウェブサイトで、ディスレクシアの支援方法として挙げられている。

組版要素は主に書体の種類、文字サイズ、字間、行間、行長を含む [9] が、そのうち最も重要なものは書体の種類とされている [10]。

1.1.3 ディスレクシアに特化した欧文書体

欧米では、ディスレクシアの人にとっての「読みやすさ」が他の人と違うこと、および書体の視覚的な特徴が「読みやすさ」に影響を与えることに着目した書体制作者が、ディスレクシアの人にとって読みやすい視覚的な特徴を備えた書体、すなわちディスレクシアに特化した欧文書体を制作している。

現在存在するディスレクシアに特化した欧文書体は、Dyslexie, OpenDyslexic, Lexie Readable, Sylexiad, Read Regular である。このうち、Read Regular 以外は無償または有償で入手し、使用することができる。図 1 に同サイズの一般的な書体である Arial (上) と Dyslexie (下) の比較を示すが、2つの書体が異なる視覚的な特徴を備えていることがわかる。

書体 Dyslexie を用いた研究には、Leeuw [11] による音読所要時間と誤読数を読みやすさの指標とした実験と、Pijpker [12] による同様の実験があるが、いずれも Dyslexie を使用した場合、ディスレクシア児童の誤読数が減少したという結果が得られている。書体 OpenDyslexic を用いた

typography typography

図 1 Arial と Dyslexie の比較

研究には、Grigorovich-Barsky [13] による音読実験があるが、一般書体を使用した場合と比べ、ディスレクシア児童の誤読数が減少したという結果となっている。書体 Sylexiad に関する研究は、制作者である Hillier [14] によってまとめられているが、ここでは読者が主観的に読みやすいと感じることが読みやすさの指標となっており、Sylexiad はディスレクシアの人にとって読みやすいという結果が出ている。

これらの研究によって、ディスレクシアに特化した書体はディスレクシアの人にとってより読みやすいことが示された。

日本でも、谷ら [15] によって明朝体と丸ゴシック体を使った、書体がディスレクシア児童の音読に与える影響に関する実験が行われた。その結果、客観的な指標における2つの書体の有意差はみられなかったが、ディスレクシア児童は典型発達児童に比べ、丸ゴシック体をより読みやすいと感じることがわかった。

この研究では、日本においても書体の違いはディスレクシアの人読みに影響を与えることが示されており、ディスレクシアに特化した和文書体の有用性が示唆される。

しかしながら、そのような特別にデザインされた和文書体は現在存在しない。

1.2 研究の目的

ディスレクシアに特化した和文書体が存在しない理由の1つは、和文書体に含まれる文字数が多く、字形も複雑であることから制作が困難である。もう1つの理由は、ディスレクシアの人にとって「読みやすい」特徴を備えた書体がどのようなものであるかが明らかにされていないことである。このような和文書体の特徴を考えるにあたっては、現存するディスレクシアに特化した欧文書体の特徴を参考にすることが自然であるが、これらの欧文書体の特徴を明示的に整理した研究はこれまで行われていない。

そこで、本研究はディスレクシアに特化した和文書体をデザインする第一歩として、ディスレクシアに特化した欧文書体の特徴を抽出することを目的とする。

2. 書体の特徴の抽出方法

2.1 書体の特徴と「読みやすさ」

ディスレクシアに特化した欧文書体（以下ディスレクシ

ア書体)とは、ディスレクシアの人にとって読みやすい書体であり、他の人にとって読みやすい書体とは異なる特徴を備えていることを前節で確認した。また、書体は文字の視覚的なデザインである [16] ため、その特徴は文字の形のみを表れる。したがって、ディスレクシア書体の特徴は、ディスレクシア書体の文字の形を一般的に使われている欧文書体 (以下一般書体) の文字の形と比較することによって明らかになる。

また、書体の「読みやすさ」*1 は具体的には可読性 (Readability) と視認性 (Legibility) の2つを指す [17]。可読性は、書体が一定の長さがある文章に使われた際に全体的にいかにか容易に読めるかの程度であり、視認性は文字と文字がいかにか容易に区別できるかの程度である。

そのため、書体の特徴にも可読性に関する特徴と視認性に関する特徴があると考えられる。前者は書体全体に表れる特徴であり、後者は個別の文字に表れる特徴である。

書体の特徴は、主に図2に赤と青で示されているエレメント*1 にあられる*2 [17] が、これらのエレメントが書体に含まれる文字に共通してあられる場合、それは可読性に関する特徴を示すものとなり、個別の文字にのみあられる場合、視認性に関する特徴を示すものとなる。

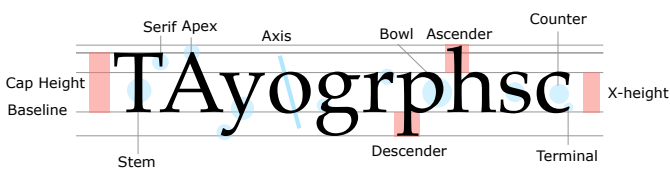


図2 書体のエレメント*3

赤で示された Cap Height, X-height, Ascender, Descender はそれぞれ大文字の高さ、小文字の高さ、アセンダーの長さ、ディセンドラーの長さ*2 であるが、これは書体に含まれる全ての大文字に共通したものであるため、これらのエレメントは書体の可読性に関する特徴を示す。

青で示されたエレメントは赤で示されたものより更に細かい特徴を示すものであり、これらのエレメントは視認性に関する特徴を示すときもある。Serif を例にとると、もしも書体の全ての文字にセリフ*3 がついていてした場合、このエレメントはその

書体がセリフ体であることを示し、したがって書体の可読性に関する特徴を示すものとなる。一方で、もしも書体の中の1つの文字にのみセリフがついていた場合、このエレメントは当該文字と他の文字の区別を助けるものとなり、したがって書体の視認性に関する特徴を示すものとなる。

2.2 可読性に関する特徴の抽出方法

可読性に関する特徴は書体全体に表れる特徴であったが、このような特徴を捉えるには、従来の書体研究で行われている文字の形を1つずつ見比べていく手法は不向きである。その理由は、作業を進めていくうちに主観的な判断が入ってしまい、目立たない特徴を見落としてしまう可能性があるためである。また、このような手法では複数の書体に共通する特徴を抽出することも困難である。

したがって、本研究では可読性に関する特徴を2つの数値的な指標を用いて抽出する。

1つ目の指標は、書体エレメントの大きさである。具体的には、図2に赤で示した4つの共通エレメントと大文字 H の Width (幅) というエレメントの大きさをフォントデータから抽出し、比較することで最も大きな粒度で書体の可読性に関する特徴を抽出する。

2つ目の指標は、書体の PANOSE 分類である。PANOSE 分類は書体の分類法の1つで、10個の整数を使用して書体の視覚的な特徴を表すものである [19]。10個の整数の具体的な値は、書体エレメントを測定することによって決定されるため、客観性が保障される。また、PANOSE 分類は CSS や OpenType フォントの規格に組み込まれていることから、十分に書体の特徴を表すことができると判断できる。本研究では、PANOSE 分類のマニュアルに従って対象書体の PANOSE 値を測定 (具体的に測定するものは、主に図2に青で示されたエレメントのうちのいくつかである) し、1つ目の指標より更に高い解像度で可読性に関する特徴を抽出する。

2.3 視認性に関する特徴の抽出方法

視認性に関する特徴は、文字と文字の区別に関わるものであり、個別の文字にあられる特徴である。こうした特徴を整理するためには、区別されるべきである字形が似ている文字を把握するだけでなく、PANOSE 分類では捉えきれない書体エレメントの微細な違いを識別する必要がある。そのため、視認性に関する特徴の整理には、従来の書体研究で行われている直接比較の手法を採用する。直接比較を通して数値では捉えきれない書体の特徴を書体ごとに分析し、その共通項を整理することによって視認性に関する特徴を抽出する。

2.4 対象書体とフォントデータ

前節で5つのディスレクシア書体を挙げたが、本研究では

*1 文字の読みやすさ (Readability) を広く捉えると、それは文字が表す内容、文字の形式 (書体はここに含まれる)、周囲の環境、読者の特性や知識など様々な要素の影響を受けるものだが、ここでは狭く、書体の読みやすさを指す。

*2 エレメントは、書体を視覚的に形作る要素のことである。

*3 名称が示されているものをこれ以降本稿で参照することがある。

*4 この図は Reading Letters [18] の形式と『タイポグラフィ・ハンドブック』 [17] の内容を参考にして作ったものである。

*5 アセンダーとディセンドラーはそれぞれ、小文字の x より上と下に出る部分を指す。

*6 セリフは、セリフ体のストローク (画線) の端にある飾りを指す。セリフ体は、例えば Times New Roman のような書体である。

そのうち、研究によって一定の有用性が示された Dyslexie と OpenDyslexic、およびフォントデータを入手できた Lexie Readable の 3 つを対象として選定した。比較対象となる一般書体には、British Dyslexia Association [20] が、一般的に読みやすく、ディスレクシアの人にとっても比較的読みやすいとしている Arial, Calibri, Verdana, Trebuchet, Comic Sans, Sassoon Primary の 6 つを選定した。以上の 9 書体にはボールド体やイタリック体を含むものもあるが、本研究の対象は正体 (Regular) のみとする。

書体の特徴を抽出するために、本研究では書体の情報が格納されているフォントデータを使用する。Dyslexie, OpenDyslexic, Lexie Readable および Sassoon Primary のフォントデータは、公式サイトより入手した。Arial, Calibri, Verdana, Trebuchet, Comic Sans のフォントデータは Microsoft 社の製品にバンドルされているものを使用した。これらのフォントはいずれも OpenType フォーマットである。本研究では、フォントデータにいかなる変更も加えていないため、フォントのライセンスには抵触しない。

2.5 ソフトウェアとスクリプト

本研究の対象は 9 つの書体だが、実際に扱うものは書体情報が格納されたフォントデータである。可読性に関する特徴の整理には文字の計測と数値計算が伴い、視認性に関する特徴を整理する際にも文字を比較しやすい形で表示することが必要となる。そこで本研究では、書体制作に用いられ、スクリプトで機能を拡張することができる Python ベースのフォントエディタである RoboFont を主に使用した。また、必要に応じて Python スクリプトを *4 書いて、必要な機能を補完した。

3. 可読性に関する特徴の抽出と分析

3.1 書体エレメントの測定と分析

前述した通り、ここでは Cap Height, X-height, Ascender, Descender, Width の 5 つのエレメントの大きさを測定する。これらのエレメントを図 3 に赤で示した。OpenType フォーマットのフォントでは、文字データ *5 が座標情報として保存される [19] ため、5 つの数値を得るには対応する座標情報を抽出すればよいことになる。しかし、座標の大きさはフォントごとに自由に設定できるため、そのままでは異なるフォント間で比較を行うことができない。

文字データの座標の大きさは、Units Per Em (以下 UPM) という値によって定義されている。この値は、文字の仮想ボディ (仮想の枠) の辺の長さである 1em という単位をいくつの unit と呼ばれる単位で分割するかによって決定さ

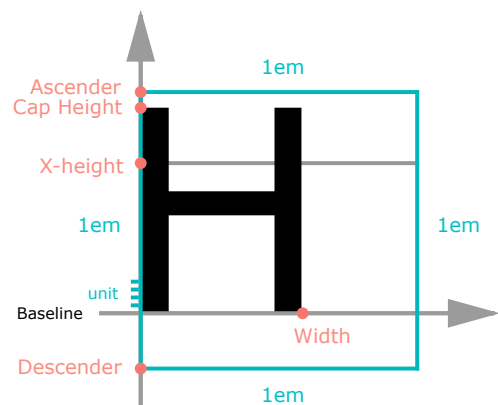


図 3 文字データの座標

れる。1unit が文字データの座標における 1 単位である *6。一般的な OpenType フォントでは、Ascender と Descender の絶対値を足した数値が UPM の数値と一致していることが望ましいとされる。

以上のことから、UPM が異なるフォントのエレメントの大きさを比較するためには、フォントデータから得られた座標の数値をそれぞれの UPM で割ることによって標準化する必要があることがわかる。

したがって、ここでは 9 つのフォントデータから Cap Height, X-height, Descender, Width と UPM の 6 つの数値を抽出した。数値の抽出には、フォントデータへのアクセスを行う Python モジュールである RoboFab を使用した。その結果を表 1 に示す。

表 1 の数値を UPM の値を使って標準化したのち、一般書体とディスレクシア書体の 2 つのグループに分けて平均値を取得した。更に、それをもとにエレメント間の比率を計算したものが表 2 である。Descender は絶対値をとった。表 2 では、全ての数値の小数点以下第 4 位を四捨五入したが、これはスペースの節約のためである。同様の目的で、ディスレクシア書体を DX 書体、Cap Height を Cap, X-height を X と表記した。

図 4 と図 5 は表 2 に示されたエレメントの大きさの平均値とその比率をそれぞれグラフにしたものである。

ここから、ディスレクシア書体の可読性に関する以下の特徴が抽出された。

- 同サイズの場合、全体的に一般書体より大きい、
- 特に Cap Height と Ascender の値が大きい、
- Cap/Width の値が大きく、字形は縦長である、
- X/Cap の値が小さく、大文字と小文字のサイズ差が大きい。

*4 これらのスクリプトは現状ではごく初歩的なものではあるが、一般化したのち公開することを検討している。

*5 グリフデータとも呼ばれる。

*6 そのため、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。OpenType フォントの UPM は 1000, 1024 か 2048 であることが多い。

表 1 9つの書体のエレメントの大きさ

書体	Cap Height	X-height	Ascender	Descender	Width	UPM
Arial	1467	1062	1491	-431	1479	2048
Calibri	1294	951	1536	-512	1276	2048
Verdana	1489	1117	1566	-423	1539	2048
Trebuchet	750	500	1510	-420	1340	2048
Comic Sans	750	500	1638	-597	1573	2048
Sassoon	716	508	791	-262	722	1000
Dyslexie	1914	1214	1931	-690	1964	2048
OpenDyslexic	870	547	1556	-426	811	1000
Lexie Readable	760	540	800	-200	688	1000

表 2 一般書体とディスレクシア書体のエレメントの大きさの平均値とその比率

書体	Cap Height	X-height	Ascender	Descender	Width	X/Cap	Cap/Width	Ascender/X	Descender/X
一般書体	0.587	0.421	0.762	0.238	0.707	0.716	0.831	1.810	0.565
DX 書体	0.855	0.560	1.100	0.321	0.819	0.655	1.043	1.964	0.573

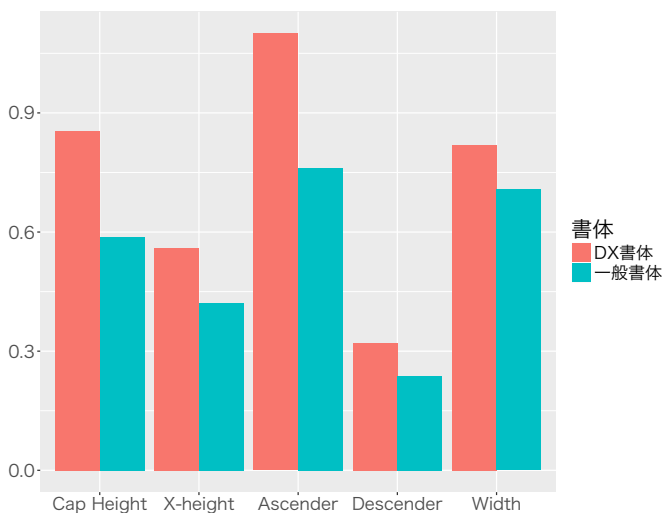


図 4 エレメントの大きさの平均値

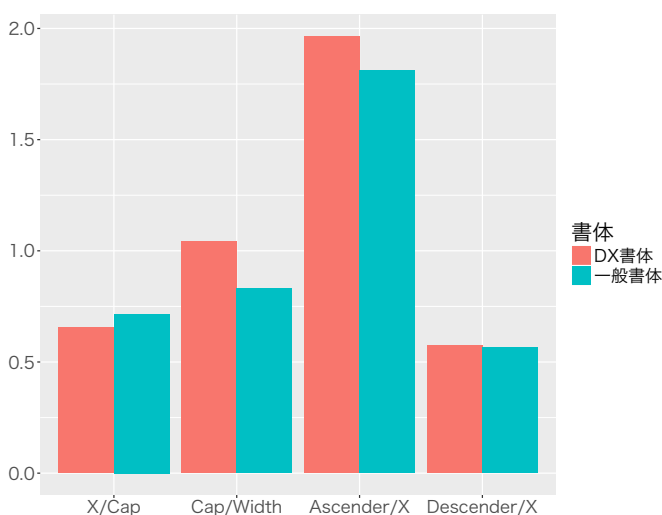


図 5 エレメントの大きさの平均値の比率

3.2 PANOSE 値の測定と分析

ここでは、書体の PANOSE 値を測定する。前述した通り、PANOSE 分類は OpenType に組み込まれている。し

かしながら、その測定方法が煩雑なため、特に個人の書体制作者は PANOSE 値を測定しないことが多い。本研究では、不確かな数値を避けるため 9つの対象書体全ての PANOSE 値を測定した。

10個の PANOSE 値がそれぞれ表す書体エレメントの特徴は表 3 の通りである。

表 3 PANOSE 値が表す書体の特徴

PANOSE 番号	書体の特徴
1	Family Kind
2	Serif Style
3	Weight
4	Proportion
5	Contrast
6	Stroke Variation
7	Arm Style and Termination of Open Curves
8	Slant and Shape of the Letter
9	Midlines and Apexes
10	X-height and Behavior of Uppercase Letters Relative to Accents

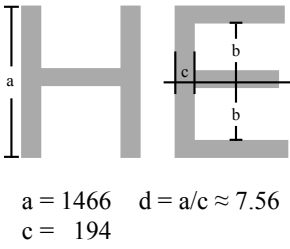
PANOSE 値の具体的な測定方法は *Fonts & Encodings* [19] と Monotype 社のウェブサイト^{*7} に詳しい。

ここでは一例として、書体 Arial の 3番目の PANOSE 値である Weight (太さ) を測定する方法を説明する。Weight を測定するためには、図 6 のように、大文字 H の Cap Height (a) と E の Stem (c) の数値を計測し、 $d=a/c$ を得る。d の値を表 4 にあてはめると、Arial の 3番目の PANOSE 値は 5 であるという結果が得られ、Arial のストローク (画線) の太さは book であるということがわかる。

文字の計測は RoboFont 内で簡易的なウィザード作成して行った。スクリプトで取得できる数値は自動で取得させ、人による計測が必要な数値は測定部分の説明を表示させた。9つの書体の PANOSE 値を測定した結果が、表 5

^{*7} <http://monotype.de/services/pan1>.

表 4 PANOSE 値と d の範囲 [19]



PANOSE 値	d の範囲
2: very light	$d \geq 35$
3: light	$18 \leq d < 35$
4: thin	$10 \leq d < 18$
5: book	$7.5 \leq d < 10$
6: medium	$5.5 \leq d < 7.5$
7: demi	$4.5 \leq d < 5.5$
8: bold	$3.5 \leq d < 4.5$
9: heavy	$2.5 \leq d < 3.5$
10: black	$2 \leq d < 2.5$
11: extra black	$d < 2$

図 6 Arial の Weight の測定

である。

表 5 9 つの書体の PANOSE 値

書体	PANOSE 値									
Arial	2	11	5	4	2	2	3	2	2	4
Calibri	2	15	5	2	2	2	4	2	2	4
Verdana	2	11	5	2	2	2	4	2	2	4
Trebuchet	2	11	6	3	2	2	3	2	3	4
Comic Sans	2	15	5	3	2	2	9	2	9	4
Sassoon Primary	2	11	5	2	2	2	3	2	2	4
Dyslexie	2	11	6	3	3	5	7	2	2	3
OpenDyslexic	2	15	6	3	5	5	8	2	2	3
Lexie Readable	2	15	5	9	2	2	2	2	2	4

一般書体とディスレクシア書体の比較を行うために、それぞれのグループの最頻値をとったものを表 6 に示した。

表 6 一般書体と DX 書体の PANOSE 値の最頻値

書体	PANOSE 値の最頻値									
一般書体	2	11	5	2	2	2	3	2	2	4
DX 書体	2	15	6	3	NA	5	NA	2	2	3

これを見ると、2 つのグループに共通する特徴は PANOSE 番号 1, 8 と 9 で表される特徴のみである。両者に共通しない数値を特徴に還元したものが表 7 である。最頻値が欠損している場合でも、複数の書体に共通の特徴が示された場合はその特徴を当てはめた。

表 7 PANOSE 分類みられる一般書体と DX 書体の特徴

PANOSE 番号	一般書体	DX 書体
2	2: normal sans serif	11: rounded sans serif
3	5: book	6: medium
4	2: old style	3: modern
5	2: no contrast	NA: very low or low contrast
6	2: no variation	5: gradual / vertical
7	3: straight arms / wedge terminations	NA: nonstraight arms
10	4: constant letters / large x-height	3: constant letters / standard x-height

ここから、ディスレクシア書体の可読性に関する以下の特徴が抽出された。

- 丸サンセリフ体である、
- 一般書体よりストロークが若干太い、
- 一般書体より若干縦長である、
- ストロークの太さに変化がある、
- ストロークの太さの変化が緩やかである、
- X-height はそれほど大きくない。

4. 視認性に関する特徴の抽出と分析

4.1 書体の直接比較

ここでは、ディスレクシア書体と一般書体の直接比較を行った。比較にあたっては、Arial に一般書体を代表させた。

具体的には、ディスレクシア書体と Arial のフォントデータからアルファベットの大文字と小文字各 26 文字、アラビア数字 10 文字および記号 10 個を抽出し、重ね合わせた図を作成した。図 7、図 8 と図 9 がその図である。いずれも赤で表示されているものがディスレクシア書体の文字で、青で表示されているものが Arial の文字である。文字ごとに縦方向では中心線が重なるよう、横方向ではベースラインが重なるように重ね合わせた。図の作成は、RoboFont のプラグインである DrawBot^{*8} 上で自作の Python スクリプトを実行することで行った。

3 つの図の文字と記号の形の違いを 1 つずつ見比べることで視認性に関する特徴を抽出するのだが、視認性は文字と文字の区別に関係することから、表 8 に示される形が似ているアルファベットを念頭に置いて作業を進めた。

表 8 形が似ているアルファベット [17]

大文字	小文字
EFHILT	lt
KNY	k
VWX	vwxy
AZ	z
COS	cos
BDJPU	abdgghmnpqru
G	e

文字の比較を通して、それぞれのディスレクシア書体について以下の特徴が得られた。

- Dyslexie
 - 大文字の U が小文字のような形である、
 - 小文字の q が大文字のような形である、
 - 小文字の b と d, p と q が非対称である、
 - 小文字の a, c, e, s のカウンターが大きい、
 - 小文字の i, j の点が丸い、

*8 DrawBot は単体でオープンソース・ソフトウェアとして公開されているため、このスクリプトは RoboFont なしでも実行することができる。



Dyslexie - Regular / Arial - Regular
Dyslexie.ifo / Arial.ifo
2016-06-07 11:19

図 7 Dyslexie と Arial の比較



Lexie Readable - Regular / Arial - Regular
LexieReadable.ifo / Arial.ifo
2016-06-07 11:04

図 9 Lexie Readable と Arial の比較



OpenDyslexic3 - Regular / Arial - Regular
OpenDyslexic.ifo / Arial.ifo
2016-06-07 11:05

図 8 OpenDyslexic と Arial の比較

- 記号に含まれる点が丸い。
- OpenDyslexic
 - 数字が特に大きい,
 - 小文字の j, d, p が左に傾いている,
 - 小文字の b, q が右に傾いている,
 - 小文字の q のデイセンダーの先端部が右にはねている,
 - 小文字の a, c, e, s のカウンターが大きい,
 - 数字の 1 にセリフがついている,
 - 数字の 4 のエイペックスが開いている,
 - 数字の 0 のカウンターに点が入っている。
- Lexie Readable
 - 大文字の A, B, E, F, H, K, R のストロークが飛び出ている,
 - 大文字の I と J にセリフがついている,
 - 小文字の b, q のボウルが開いている,
 - 小文字の q のデイセンダーの先端部が右にはねている,
 - 小文字の a, c, e, s のカウンターが大きい,
 - 小文字の a, y が手書き風である,
 - 数字の 1 にセリフがついている,
 - 数字の 6 のボウルが開いている,
 - 数字の 9 が手書き風である。

4.2 視認性に関する特徴の分析

3つの書体に共通する特徴はいくつかあるが、最も明らかなのは b と d, p と q の区別に関する特徴である。

b と d に関しては, Dyslexie では 2つの文字のボウルの部分を非対称になるように歪める形で変形すること, OpenDyslexic では 2つの文字を逆の方向に回転させること, そして Lexie Readable では b のボウルの部分に空白を作る形で変形することで対応している。p と q に関しては, Dyslexie では q を大文字の字形にすること, OpenDyslexic では 2つの文字を逆の方向に回転させ, 更に q のディセンドに特別なエレメントを加える形で変形すること, そして Lexie Readable では p のボウルの部分に空白を作り, q のディセンドに特別なエレメントを加える形で変形することで対応している。

c と s に関しては, 3つの書体ともにカウンターを大きくとることで区別しやすくしている。v と y も似ている文字であるが, Lexie Readable では y を手書き風の字形に変更することで2つの文字を区別しやすくしている。

4.3 視認性に関する特徴の抽出

書体の直接比較とその分析から, ディスレクシア書体の視認性に関する以下の特徴が抽出された。

- カウンターを大きくすることで文字を区別する。
- 文字を何らかの形で変形させることで区別する。
- 文字を回転させることで区別する。
- 文字を別の字形に変更して区別する。

5. ディスレクシア書体の特徴

本稿で行ったディスレクシアに特化した欧文書体の特徴の抽出で得られた結果を改めて以下に整理する。

5.1 書体の可読性に関する特徴

- 同サイズの場合, 全体的に一般書体より大きい。
- 特に大文字が大きい。
- 字形が縦長である。
- 大文字と小文字のサイズ差が大きい。
- 丸サンセリフ体である。
- 一般書体よりストロークが少し太い。
- ストロークの太さに変化がある。
- ストロークの太さの変化が緩やかである。

5.2 書体の視認性に関する特徴

- カウンターを大きくすることで文字を区別する。
- 文字を何らかの形で変形させることで区別する。
- 文字を回転させることで区別する。
- 文字を別の字形に変更して区別する。

6. 課題と展望

本稿では, 書体エレメントの数値的な測定と視覚的な分析からディスレクシアに特化した欧文書体の可読性に関する特徴と視認性に関する特徴を抽出した。書体の読みやすさに関わる特徴と書体のエレメントを対応させ, それぞれに適した方法を選定することで, ある程度確かな書体の特徴を得ることができた。しかし, 抽出された特徴がどの程度確かなものなのか, またどの程度完全であるか, という検証を行っていないところが本研究の限界である。

本研究の結果は, ディスレクシアに特化した和文書体のデザインに応用できることが期待されるが, ここで得られた特徴をそのまま和文書体へ適用できるわけではもちろんない。欧文書体の特徴を参考にディスレクシアに特化した和文書体をデザインする際には, 英語と日本語の言語の違いを十分に考慮する必要があるほか, 日本語の文字とそのエレメントについて慎重に検討する必要がある。

また, ディスレクシアに特化した和文書体がディスレクシアの人にとって真に有用な支援となるためには, 丁寧なデザインに加え, 実証実験を繰り返しながら, 絶えず特徴の見直しとデザインの修正を行っていくことが必要である。

謝辞 本研究を指導してくださり, 研究環境を整えてくださった指導教員の影浦峯教授に心より感謝を申し上げる。

本研究は東京大学大学院教育学研究科附属学校教育高度化センターの若手研究者育成プロジェクト「発達性ディスレクシアを持つ児童・生徒にとって読みやすい和文組版要素の研究」の成果である。

参考文献

- [1] Snowling, M. J., 加藤醇子, 宇野 彰, 紅葉誠一: ディスレクシア: 読み書きの LD: 親と専門家のためのガイド, 東京書籍 (2008).
- [2] 蒔田知則, 坂井 聡, 平林ルミ, 中邑賢龍: 日本における発達性読み書き障がい研究の動向, 言語発達障害研究, Vol. 8, pp. 31-45 (2010).
- [3] 石井加代子: 読み書きのみの学習困難 (ディスレクシア) への対応策, 科学技術動向, Vol. 45, pp. 13-25 (2004).
- [4] 品川裕香: あきらめない: 読む・書く・記憶するのが苦手な LD の人たちの学び方・働き方, 岩崎書店 (2010).
- [5] Smythe, I.: *Dyslexia in the Digital Age: Making IT Work*, A&C Black (2010).
- [6] 山中香奈: ディスレクシアについて, 図書館界, Vol. 62, No. 1, pp. 46-50 (2010).
- [7] Rello, L. and Baeza-Yates, R.: Good Fonts for Dyslexia, *Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, ACM, p. 14 (2013).
- [8] Rello, L. and Baeza-Yates, R.: How to Present More Readable Text for People with Dyslexia, *Universal Access in the Information Society* (2015).
- [9] 帆風出版プロジェクト: 印刷用語ハンドブック, 印刷学会出版部 (2007).
- [10] 矢作勝美: 明朝活字: その歴史と現状, 平凡社 (1976).

- [11] Leeuw, R. D.: Special Font For Dyslexia?, Master thesis, University of Twente (2010).
- [12] Pijpker, T.: Reading Performance of Dyslexics with a Special Font and a Colored Background, Master thesis, University of Twente (2013).
- [13] Grigorovich-Barsky, M.: The Effects of Fonts on Reading Performance for Those with Dyslexia: A Quasi-Experimental Study (2013).
- [14] Hillier, R. A.: A Typeface for the Adult Dyslexic Reader, PhD Thesis, Anglia Ruskin University (2006).
- [15] 谷 尚樹, 後藤多可志, 宇野 彰, 内山俊朗, 山中敏正: 発達性ディスレクシア児童の音読における書体の影響, 音声言語医学, Vol. 57, No. 2, pp. 238–245 (2016).
- [16] Tracy, W.: *Letters of Credit: A View of Type Design*, D.R. Godine (2003).
- [17] 小泉 均: タイポグラフィ・ハンドブック, 研究社 (2012).
- [18] Beier, S.: Typeface Legibility: Towards Defining Familiarity, PhD Thesis, Royal College of Art (2009).
- [19] Haralambous, Y.: *Fonts & Encodings*, O'Reilly Media (2007).
- [20] British Dyslexia Association: Dyslexia Style Guide (2006).