

ディスレクシア向けフォントに関する実験のベイジアンメタ分析

久保田 悠功

生活科学部 人間福祉学科 4 年

緒 言

文字を読みやすくする工夫として文字の大きさや強調、フォントの工夫などが挙げられる。高齢者を対象とする論文のレビューから、文字の大きさを大きくすると読みやすさが向上することや (Hou, 2022)、読書と知覚に関する論文のレビューから、文字間隔を広げることにより、読み間違いが減り、読書速度も上がることが報告されている (Beier & Thiessen, 2025)。これらは人々の学習効率や、読みに困難を抱える人への効果的な介入となり得る。このように視覚的な文字の提示方法は、認知的処理に重要な影響をもたらす。

なかでもフォントは、文章の可読性を決定づける本質的な要素である。日常的に用いられるフォントにはいくつかの種類があり (アルファベットであれば Times New Roman, Arial など)、特に読字に困難を抱える学習障害の一つであるディスレクシア (Dyslexia : 失読症, 難読症と訳されるが, 本稿では以下ディスレクシアで統一) の子どものための専用フォントとして, 「OpenDyslexic」や「Dyslexie」が欧米を中心に開発されてきた。ディスレクシアの主な困難として、文字の上下回転や類似文字の混同などが指摘されており、これらの専用フォントは、共通して、文字が上下に回転することを防ぐために文字の下部が太く重みづけられているなど、知覚的な混乱を抑えるために特有の工夫がなされている (Boer, 2016)。

しかし、ディスレクシアに特化したこれらの専用フォント (OpenDyslexic, Dyslexie) が、人々の読書効率にどれほどの貢献をするかという学術的な検証は著者の知る限り、未だに限定的である。個々の実証研究は存在するものの、効果の有無や大きさが研究間で一致せず (Kuster, 2018)、加えて、特定のフォントの有効性の大きさに否定的な論文も少なくない (Duranovic, 2018 ; Galliussi, 2020 ; Kuster, 2018)。そのため、現状のエビデンスだけでは、臨床現場や教育現場での推奨には不確実性が残る。

したがって、これらの専用フォントが本当に効果的なのかどうかを客観的に判断し、確かな科学的根拠を確立するためには、既存の研究を網羅的に収集し、系統的かつ定量的に統合するメタ分析が不可欠である。

研究目的

本研究は、ディスレクシア専用フォントである「OpenDyslexic」および「Dyslexie」が、人々の読書効率に与える影響を系統的かつ定量的に明らかにするためのメタ分析を実施する。具体的には、これらのフォントを用いた実証研究を網羅的に収集し、対照フォント (一般的なフォント) と比較した読書速度や誤読率に対するフォントの真の効果量を推定することを目的とする。これにより、専用フォントの有効性に関する強固な科学的根拠を確立し、読書効率の最適化に貢献する。

方 法

文献収集

メタ分析で使用する研究を収集するために以下の手続きを用いた。まずデータベースを利用して文献の検索を行った。検索には Scopus (<https://www.scopus.com/>) を用いた。検索語に「OpenDyslexic font」「Dyslexie font」を or 条件で組み合わせて入力し検索した。

文献タイプは Article、言語は英語、検索対象は全項目で検索を行った。その結果、合計 50 件がヒットした (2025 年 7 月 13 日時点)。その中で、引用文献欄のタイトルにのみ検索語の記載があった論文 10 件を除外した。さらに、研究目的に則して、フォントの比較を行った実験であり、かつそれぞれの群の平均値、標準偏差が記載されているものに限定した結果、最終的に 4 件の研究論文を本研究の分析対象とした。

統計解析

研究論文に平均値と標準偏差が報告されていれば分析に含めることができるため、その統計値を抽出した。本研究ではフォントによる読書効率の向上を検討するため、実験で測定されている誤読率、読書速度、反応速度など全ての指標を分析に用いた。効果量の符号を統一し、値が大きいほど読書効率が向上するポジティブな効果を示すよう処理を行った。

メタ分析には統計ソフト「JASP0.95.1.0」を利用し、ベイジアンモデル平均メタ分析を実行した。このモデルは、固定効果モデルとランダム効果モデルそれぞれの帰無仮説、対立仮説から効果量を求め、それぞれの事後確率を重みとして平均化するモデルである。研究知見における真の効果は分布しているという異質性は、このモデルでは最終的な効果量に包含される。ベイジアンメタ分析は、適切な事前分布を設定することで、分析対象となる研究論文が少ない場合でも妥当な結果を算出することができる (Seide et al., 2019)。事前分布には無情報事前分布を用いた。具 MCMC (マルコフ連鎖モンテカルロ法) において、3 本の独立した連鎖を用い、各連鎖につき調整は 2000、バーンインを 2000、バーンイン後のサンプリングを 5000 に設定した。その結果、最終的に合計 15000 のサンプルを取得した。

結 果

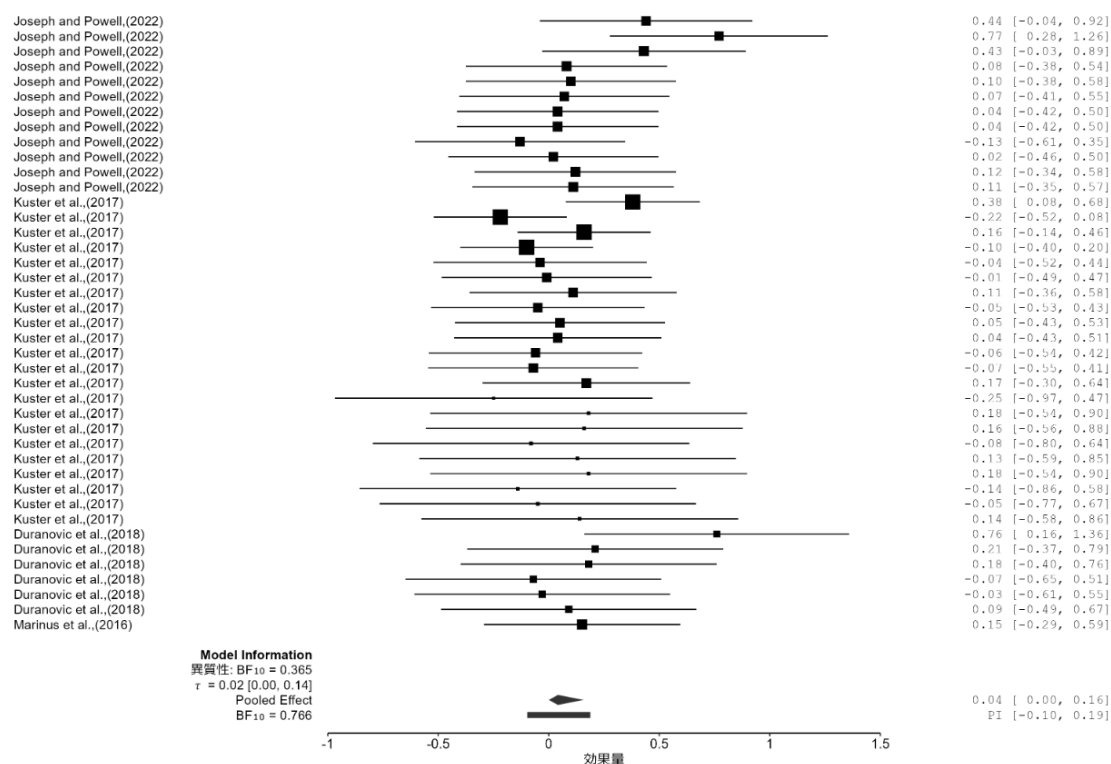
メタ分析に使用することができた論文は全部で 4 編であり、「OpenDyslexic」を用いた研究は含まれなかった。この 4 つの論文の中で利用可能なデータ総数は 41 であった。本分析のフォレストプロットを Figure 1 に示す。メタ分析統計量として、プールされた効果量の平均値は 0.04、事後確率が 0.43、ベイズファクターは 0.77 であった。また、95%信用区間は 0 を含んでいた。Kelter (2020) によるベイズファクター (BF) の解釈基準では、BF が 1 より小さく 0.33 以上である場合は帰無仮説を支持する Anecdotal (乏しい) 証拠となる。この基準に鑑みると、効果量は非常に小さく、効果がないという帰無仮説の方が弱く支持されていた。異質性においては、研究間標準偏差 τ の事後中央値は 0.02 (95%CI : 0.00, 0.14) と推定された。全変動に占める異質性の割合 I^2 は、事後中央値で 3.25%、異質性の包含ベイズファクターも 0.37 であった。

考 察

本分析の結果より、ディスレクシア専用フォントである「Dyslexie」を用いたとしても、人々の読書効率に対しては限定的な効果しかない事が示された。これは専用フォントが持つ視覚的工

夫（文字の回転を防ぐための下部の重み付けなど）の理論的仮説が、実際の読字に際しては有効に機能していない可能性を示唆している。

Figure 1 メタ分析に用いた 41 データによる効果量のフォレストプロット：右列は効果量の平均値 [95%信用下限, 95%信用上限]



一部の先行研究では、文字間隔（Letter Spacing）の拡大が読書速度を向上させると報告している（Beier & Thiessen, 2025）。しかし、「Dyslexie」フォントの効果が限定的であったという本研究の結果は、文字自体への微細な視覚的アプローチの効果自体が限定的である可能性を示唆する。

もう一つ読書速度と関わるものとして、文字の大きさが挙げられる。これはディスレクシアや高齢者にとっても読書速度が上がる要素である(Hou, 2022 ; Masulli et al., 2018)。これらの知見は、文字の表示方法へのアプローチが読書効率を向上させる可能性があることを示唆する。一方で、本研究の結果より、文字の混同を防ぐ工夫がなされていたとしても読書効率の向上が見られないことが明らかになった。したがって、文字の表示方法へのアプローチであっても現れる効果の差違をもたらす要因の同定が必要とされる。

本研究の限界として、本分析には「OpenDyslexic」を含むことができなかったため、ディスレクシア向けのフォント全てを包括した結果が得られなかった。また、対象となる研究数が4編と少なかったため、二次研究としての知見の一般化可能性を制約している。それゆえ今後は、一次研究が蓄積されて、さらに確実な知見が得られるようになることを期待する。

引用文献

Beier, S., & Thiessen, M. (2025). Applying cognitive and perceptual science to typeface

- choices. *Ergonomics*, 1–13. <https://doi.org/10.1080/00140139.2025.2541255>
- Boer, C. T. (2016). Dyslexie font. Retrieved October 25, 2025, from <http://www.dyslexiefont.com/en/dyslexie-font/>
- * Duranovic, M., Senka, S. & Babic-Gavric, B. (2018). Influence of increased letter spacing and font type on the reading ability of dyslexic children. *Annals of Dyslexia*, 68, 218–228. <https://doi.org/10.1007/s11881-018-0164-z>
- Galliussi, J., Perondi, L., Chia, G., Gerbino, W. & Bernardis, P. (2020). Inter-letter spacing, inter-word spacing, and font with dyslexia-friendly features: testing text readability in people with and without dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 70, 141–152. <https://doi.org/10.1007/s11881-020-00194-x>
- Hou G., Anicetus U., & He, J. (2022). How to design font size for older adults: A systematic literature review with a mobile device. *Frontiers in psychology*, 13, 931646. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.931646>
- * Joseph, H., & Powell, D. (2022). Does a specialist typeface affect how fluently children with and without dyslexia process letters, words, and passages?. *Dyslexia*, 28(4), 448–470. <https://doi.org/10.1002/dys.1727>
- * Kuster, S. M., Weerdenburg, V. M., Gompel, M. & Bosman, M. T. A. (2018). Dyslexie font does not benefit reading in children with or without dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 68, 25–42. <https://doi.org/10.1007/s11881-017-0154-6>
- Masulli, F., Galluccio, M., Gerard, C., Peyre, H., Rovetta, S., & Bucci, P. M. (2018). Effect of different font sizes and of spaces between words on eye movement performance: An eye tracker study in dyslexic and non-dyslexic children. *Vision Research*, 153, 24–29. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2018.09.008>
- * Marinus, E., Mostard, M., Segers, E., Schubert, T. M., Madelaine, A., & Wheldall, K. (2016). A Special Font for People with Dyslexia: Does it Work and, if so, why?. *Dyslexia*, 22(3), 233–244. <https://doi.org/10.1002/dys.1527>
- Seide, S. E., Röver, C., & Friede, T. (2019). Likelihood-based random-effects meta-analysis with few studies: empirical and simulation studies. *BMC Medical Research Methodology*, 19, 16. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0618-3>

(*印はメタ分析に含めた論文である。)