

ペンタブレットを用いた書字の質的評価ツールの開発研究

研究代表者 高 畑 脩 平 藍野大学 医療保健学部 助教
研究協力者 榎 本 大 貴 株式会社 LITALICO

1 研究の背景および目的

書字は、学齢期の支援ニーズとして高頻度で挙げられる項目の1つである。これは書字の問題が、「文字を想起して書くことの障害」と定義される書字表出性障害に加えて、「文字をきれいに書けない」「文字が枠内からはみだす」などの不器用さを持つ発達性協調運動障害など、多様な問題を内包するからと考えられる。このように支援ニーズの高さや、多様な問題を含むにも関わらず、体系化された書字への支援方法は検討されていない現状がある。

また、書字の問題を評価できる標準化された検査は、改訂版 標準 読み書きスクリーニング検査 (STRAW-R) [1], 小・中学生の読み書きの理解 (URAWWS II) [2], Kaufman Assessment Battery for Children Second Edition (K-ABC II) 習得度検査[3]の3つのみである。これらは書字の習得度（どれだけの文字を書けるのか）を評価する検査である。そのため、子どもの書字能力や書字の問題を質的に評価すること（書字の問題の要因を特定すること）はできず、検査結果を支援に結びつけることが難しいのが現状である。そのため、医療・教育・福祉の現場では手探り状態の支援が続いており、早急に評価・支援方法を開発する必要がある。

本研究では、書字能力の評価・支援ツールを開発するための前段階として、子どもの書字の問題と、書字能力を構成している機能・能力の関連性を検証することで『評価・支援のポイントを明確にすること』を目的とする。これらの関連性が明らかになることと、Computer Vision（以下、CV）の技術を応用することで、書字の評価・支援プログラムを自動的に提案できるツールが開発できると考える。それを医療・教育・福祉の現場に普及させることで、支援者の経験値に関わらず一定レベルのサービスを担保できるようにすることを研究の射程範囲とする。

2 研究の概要

2-1 本研究の方向性

教育・医療の現場で実践されている書字の問題に対する支援は、以下の評価によって得られた情報をもとに立案されることが一般的である（図1）。

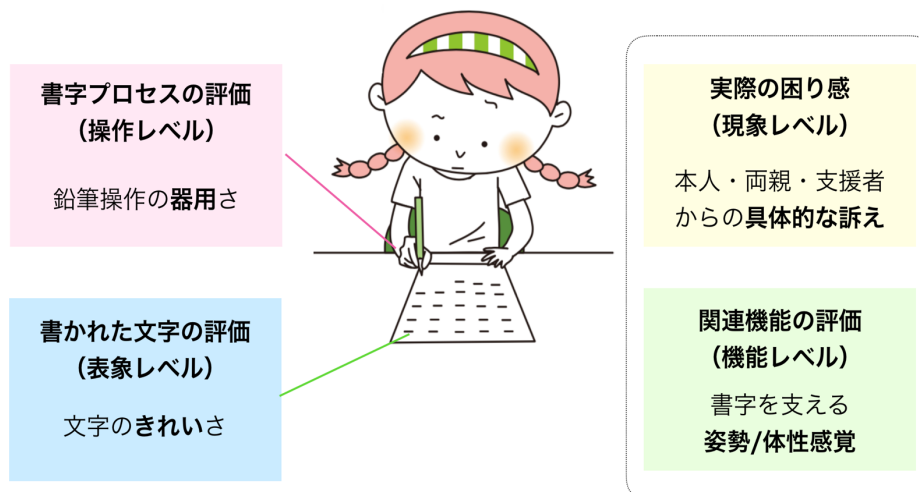


図1. 教育・医療の現場で実践されている評価

実際の書字場面の観察により、(1) 書字プロセスの評価（操作レベル）、(2) 書かれた文字の評価（表象レベル）を行う。加えて、本人・保護者・支援者との面接により、(3) 実際の困り感の聴取（現象レベル）を行う。また、これらの書字の困難さの要因となっている(4) 関連機能の評価（機能レベル）も重要になる。これら4つのレベルにおける具体的な評価を網羅し、関連性を検討することで書字の全体構造を明らかにする。これらの具体的評価を下記に示す。

（１）操作レベルの評価

ペンタブレット Intuos Pro (wacom 社) を用いて文字の視写課題を行う(図2)。課題は、学習活動で多く行われている横書きの文章を視写することとし、課題文は「とめ」「はね」「はらい」「結び」の4要素と、ひらがなとカタカナを含めた『こいぬのなまえがポチ』という10文字から成る文とする。また、「枠あり条件」と「枠なし条件」の2条件で視写する。実験対象者には、実用性を考慮して「できるだけ速く、丁寧に書いてください」と教示を行う。



本研究で使用するペンタブレット
(Wacom社)

枠あり条件

こ	い	ぬ	の	な	ま	え	が	ポ	チ
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

視↓写

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

枠なし条件

こ	い	ぬ	の	な	ま	え	が	ポ	チ
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

視↓写

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

本研究で使用する視写課題

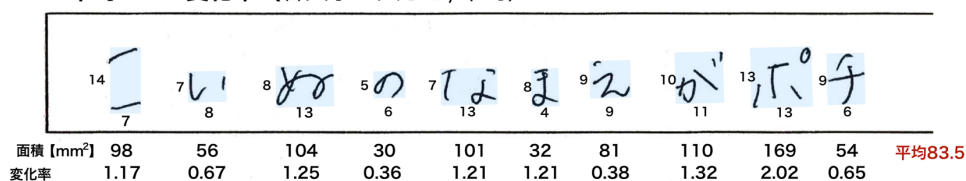
図2. 本研究で用いるペンタブレットと視写課題

(2) 表象レベルの評価

視写課題を行った結果、表出された文字に対して「文字の読みやすさ」の観点から評価を行う。読みやすさの評価基準は、先行研究で示されている池田らの報告[4]をもとに設定する。具体的には、文字の大きさの平均（文字の外形を直線で囲んだ長方形の面積の大きさの平均）、文字の大きさの変化率（各文字の大きさ/平均）、文字と文字の間隔の平均（文字と文字の最短距離の平均）、文字と文字の間隔の変化率（各文字間の間隔/平均）、文字の配置（1 文字目の中心点[文字の外形を直線で囲んだ長方形の対角線の交点]を基準、2 文字目以降の中心点がずれている距離の平均）の5つの観点から評価を行う（図3）。加えて、書かれた文字に対する読みやすさを主観的に評価する。研究協力者5名で1～5点でスコアリングを行う。

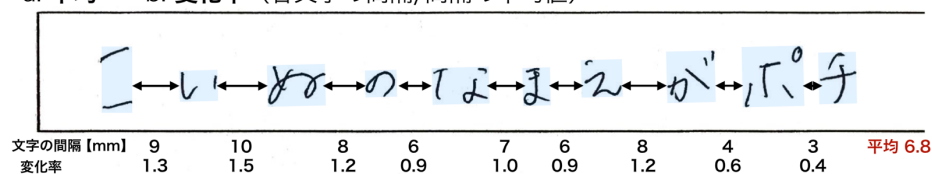
①文字の大きさ（文字の外形を直線で囲んだ長方形の面積の大きさ）

a. 平均 b. 変化率（各文字の大きさ/平均）



②文字の間隔（隣合った文字同士が一番近い距離）

a. 平均 b. 変化率（各文字の間隔/間隔の平均値）



③文字の配置（1文字目の文字の中心を基準とし、各文字が上下にどの程度ずれているか）

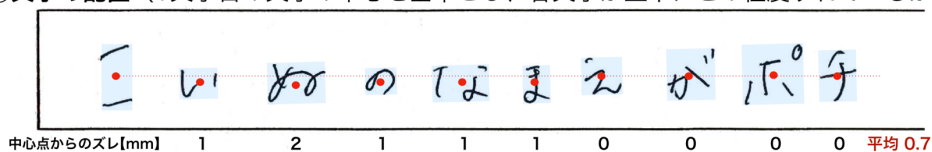


図3. 表象レベルの評価の観点と分析例

(3) 現象レベルの評価

稲垣ら[5]により開発された「読み書きチェックリスト」を用いて、書字が困難である様子（例：文字がきたない / 文字を記憶できないなど）を具体的に聴取する。

(4) 機能レベルの評価

書字運動と関連が深い「感覚運動機能」に関する評価も行う。具体的には、①姿勢（保持）、②姿勢（バランス）、③体性感覚（触覚）、④体性感覚（固有感覚）、の4つの観点から評価を行う。評価は、JPAN 感覚処理行為検査[6]より抜粋して実施する。

(5) 分析方法

以上の評価を、健常大学生、書字困難がない小学生、書字困難がある小学生の3つの群に分けてデータを取得し、評価結果の関連性を、相関分析、重回帰分析、構造方程式モデリングを用いて分析し、書字を構成する全体像を捉える（図4）。



図4. 本研究で取得できる評価項目と関連性の分析

3.今年度に進められたこと

本研究では、新型コロナウイルスの流行に伴い、データ収集の現場である医療施設、福祉施設、教育機関への出入りが制限され、計画していたデータ数の取得が困難であった。その状況下で取得できたデータから以下に記述する研究1と研究2を実施した。また、データ収集を学校教諭に行ってもらうために、iPadとapple pencilを用いた簡易データ収集アプリケーションの開発を行った。

3-1 研究1. 健常大学生と書字困難児の比較

書字の評価には、書字プロセスの評価（操作レベル）、書かれた文字の評価（表象レベル）、関連機能の評価（機能レベル）が重要である。これら3つのレベルを反映している評価に関して、健常成人と書字困難児のデータを比較・検討することで、書字能力として特に重要となる指標を抽出することを目的とした。

対象は、健常成人10名（性別：男性1名/女性9名、平均年齢：20.8±3.3歳、利き手：右10名/左0名）と、書字困難児6名（性別：男児6名/女児0名、平均年齢8.5±1.2歳、利き手：右6名/左0名）とした。書字困難の判定基準は、稲垣ら[5]が作成した読み書きチェックリストにて書字の問題が顕著であった児とした。実験は、椅子座位にて「ペンタブレット Intuos Pro(wacom社)」を用いて文字の視写課題を行った。課題は、横書きで『こいぬのなまえがポチ』という10文字から構成された文を用いた。書かれた文字の評価は、池田ら[4]の報告をもとに、1文字の大きさ（文字の外周面積）、2文字の間隔（文字間の最短距離）、3文字の配置（1文字目の中心点を基準に2文字目以降の中心点のずれ）のそれぞれ平均と変化率を算出した。書くプロセスの評価は、4ペンの傾き（X軸：右方向を正、Y軸：手前方向を負）、5筆圧のそれぞれ平均と変化率を算出した。書字関連機能の評価は、WAVESに含まれる、6目と手の協調課題（線なぞり、形なぞり）と、JPANに含まれる、7姿勢平衡機能（フラミンゴ 開眼/閉眼、手足を伸ばしてエクササイズ、ボールになろう、ひこうき、足跡をたどろう、クレーンゲーム）、8体性感覚（お宝探し、にぎりくらべ）の評価を行った。分析は、両群間に差があるのかをt検定を用いて比較検討を行った。有意水準は5%未満とした。

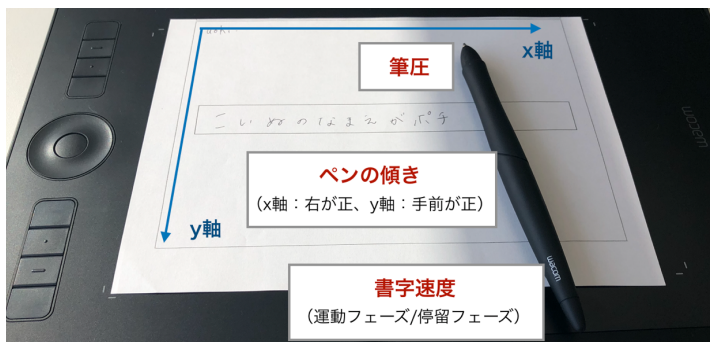


図 5. 書字プロセスの評価で使用する指標

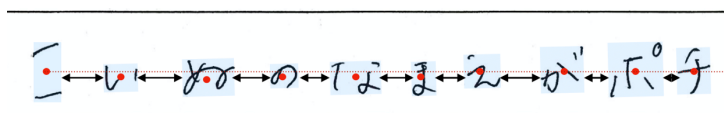


図 6. 書かれた文字の読みやすさ評価で使用する指標

表 1. 関連機能の評価で使用する指標

領域	項目名	検査
目と手の 協応	線なぞり	WAVES
	形なぞり	
姿勢平衡 機能	フラミンゴになろう (閉眼)	JPAN 感覚処理 行為機能 検査
	フラミンゴになろう (閉眼)	
	手足を伸ばしてエクササイズ	
	ボールになろう	
	ひこうきパート2	
	足跡をたどろう	
	クレーンゲーム	
体性 感覚	お宝探し	
	にぎりくらべ	

結果を以下に記述する. 書かれた文字に関して, 文字の大きさ/平均($M=113.1$, $SD=22.3$, $t(14)=-7.1$, $p<.0001$, $d=2.7$), 文字の大きさ/変化率($M=50.9$, $SD=12.9$, $t(10)=-5.9$, $p<.0001$, $d=2.7$), 文字の間隔/平均($M=3.7$, $SD=1.1$, $t(13)=5.3$, $p<.0001$, $d=2.3$), 文字の間隔/変化率($M=5$, $SD=1.5$, $t(14)=-8.9$, $p<.0001$, $d=2.8$), 文字の位置/平均($M=2.4$, $SD=0.8$, $t(14)=-6.4$, $p<.0001$, $d=2.2$), 文字の位置/変化率($M=2.7$, $SD=1.1$, $t(14)=-5.7$, $p<.0001$, $d=1.8$)の全指標で有意差が認められた(図8).

書字
困難児

こいぬのたまえがポチ

定型
大学生

こいぬのたまえがポチ

図 7. 実際に書かれた文字の例

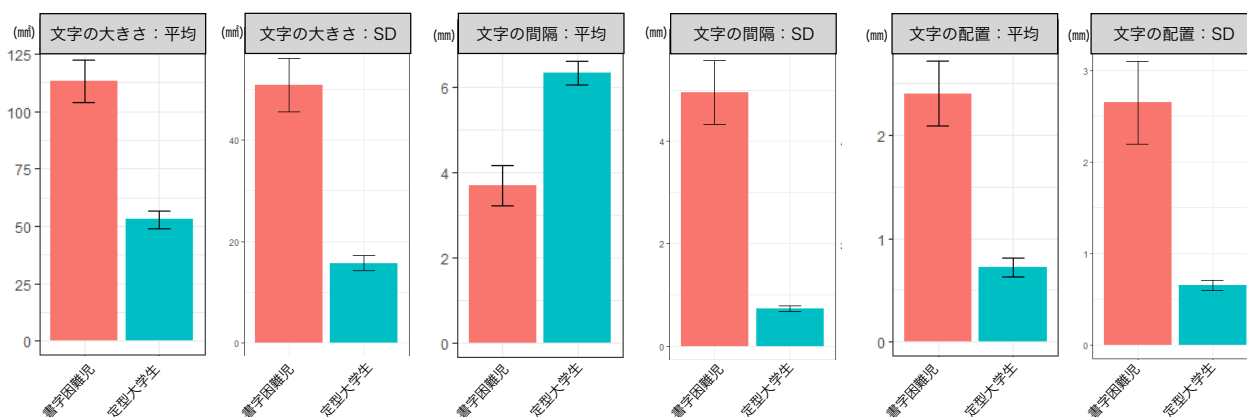


図 8. 書かれた文字の分析結果

書くプロセスに関して、ペンの傾き Y 軸/平均($M = -3.3$, $SD = 18.6$, $t(14) = 3.2$, $p < .0001$, $d = 0.8$), ペンの傾き Y 軸/変化率($M = 5.3$, $SD = 1.4$, $t(14) = -5.7$, $p < .0001$, $d = 1.8$)にて有意差が認められた (図 9)。

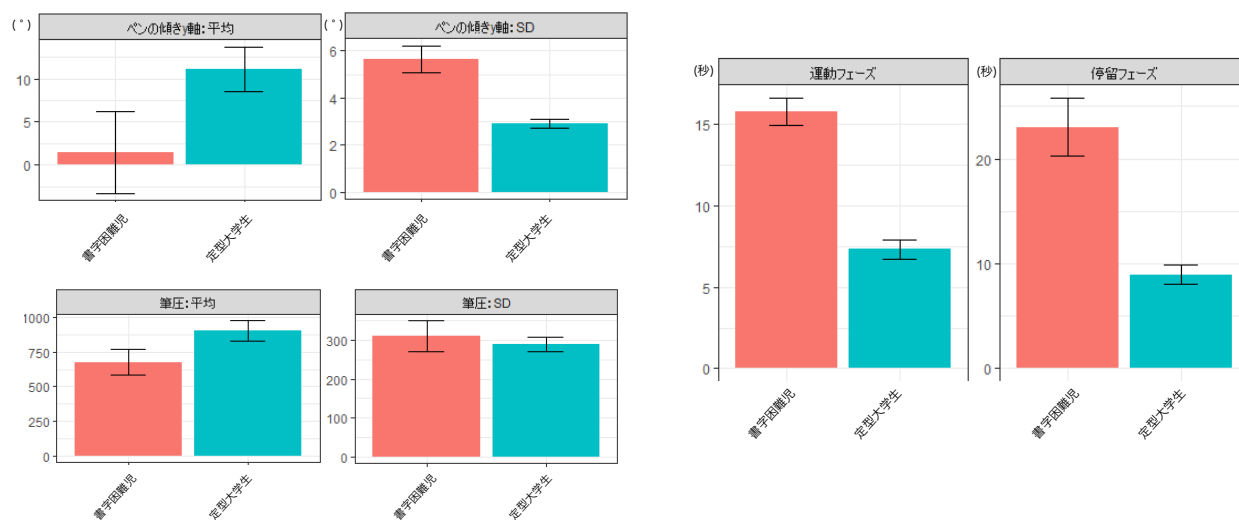


図 9. 書くプロセスの分析

書字関連機能に関して、WAVES における、線なぞり/比率, 形なぞり/得点と比率, JPAN における姿勢平衡機能の全項目と体性感覚の「にぎりくらべ」で有意差が認められた (図 10)。

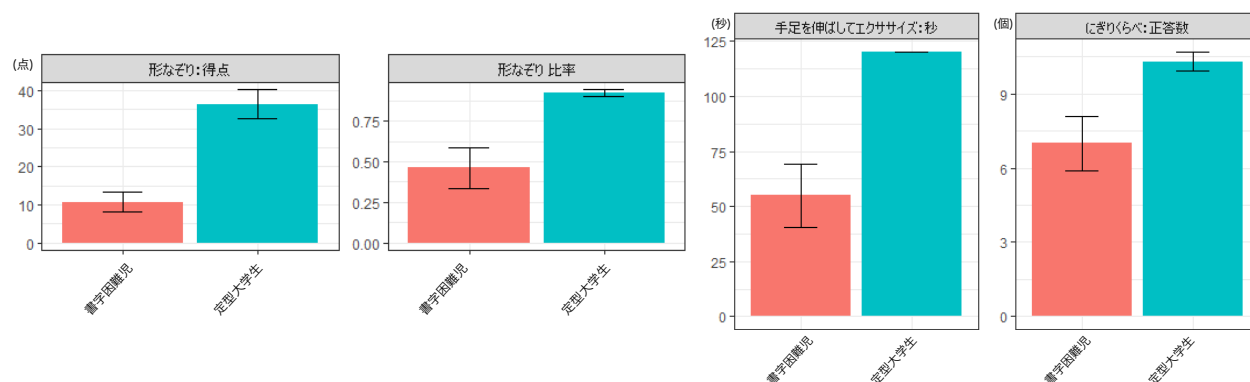


図 10. 関連機能の分析

3-2 研究 2. 画像解析技術を用いた文字の読みやすさ指標の測定研究

文字の読みやすさを示す指標は、先行研究より「文字の大きさ」「文字の間隔」「文字の配置」として示されている[4]。しかし、現状は手計算により測定を行う必要があり、膨大な時間を要し、臨床現場で応用されることはほとんどないのが現状である。そこで、これらの指標を画像解析の技術を用いて、どの程度、簡便かつ正確に評価が可能であるのかを検討することにした。

方法は、通常学級に在籍する小学校 1 年生 10 名を対象に 10 文字の視写課題を行った。書かれた文字の読みやすさを以下の 2 通りの方法で分析を行なった。1 つは、定規とペンを使用した手計算による計測、2 つは、画像解析を用いた計測である。これら 2 通りの計測結果の一致率と、計測に要する所要時間の比較を行い、書字の質的評価に画像解析が有用であるのかを検討した。

2 通りの計測結果の一致率を表す相関係数は、文字の大きさ(平均): 0.99, 文字の大きさ(標準偏差): 0.98, 文字の間隔(平均): 0.96, 文字の間隔(標準偏差): 0.87, 文字の位置(平均): 0.73, 文字の配置(標準偏差): 0.31 であり高い一致率を示した。また、所要時間に関して、手計算による計測では 2 時間 23 分 48 秒であっ

たのに対し、画像解析を用いた計測では、4分27秒であり大きな差が認められ、画像解析を用いた評価の正確性と簡便性の観点から有用であることが示唆された。

3-3 研究3. iPad と Apple pencil を用いた簡易評価ツールの開発研究

新型コロナウイルスの流行に伴い、データ収集が困難となったため、現場の学校教員が簡便に評価可能なツール開発を行う必要性があった。そこで、iPad と Apple pencil を用いて、書字プロセスの評価、書字の読みやすさの評価を簡便に評価できるアプリケーションの開発を行った。今後は、本ツールを使用し、データ収集を行い、信頼性・妥当性を検証する予定である。

＊ 評価ツールの概要を解説したデモ動画

<https://www.youtube.com/watch?v=sX0jDu8U1SY>

【参考文献】

- [1] 宇野 彰・春原 則子・金子 真人・Taeko N. W. (2017). 改訂版 標準 読み書きスクリーニング検査-正確性と流暢性の評価- インテルナ出版株式会社
- [2] 河野 俊寛・平林 ルミ・中邑 賢龍(2017). 小・中学生の読み書き理解-URAWWS II- 株式会社 ataclab
- [3] Kaufman, A. S. , & Kaufman, N. L. (2004) Kaufman Assessment Battery for Children Second Edition. UK: Pearson. (日本版 KABC-II 制作委員会 (訳) (2013). 日本版 KABC-II マニュアル 丸善出版株式会社)
- [4] 池田 千紗・池田 千紗・中島 そのみ・後藤 幸枝・中村 祐二・瀧澤 聡・仙石 泰仁 (2013). 書字の読みやすさの主観的評価と定量的評価の関連及び書字の主観的読みにくさの要因. 日本発達系作業療法学会誌, 2 (1), 39-45.
- [5] 稲垣 真澄 (編集代表), 特異的発達障害の臨床診断と治療指針作成に関する研究チーム (編) (2010). 特異的発達障害診断・治療のための実践ガイドライン-わかりやすい診断手順と支援の実践- 診断と治療社
- [6] 日本感覚統合学会 (監) (2011). JPAN 感覚処理行為機能検査 パシフィックサプライ株式会社.

〈発 表 資 料〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
ペンタブレットを用いた書字能力の評価ツール開発に向けた予備的研究.	第 回日本作業療法学会	2020 年 9 月
画像解析を用いた書字能力の評価ツール開発に向けた予備的研究	第 回日本作業療法学会	2021 年 9 月 (発表予定)