



# 特別支援学校の生徒を対象とした筆記感覚共有システムの検討

Preliminary Study on Haptic Sharing in Handwriting for Special Needs Education

柴崎 美奈<sup>1)</sup>, 田中 沙紀子<sup>2)</sup>, 柳堀 拓也<sup>3)</sup>, 南澤 孝太<sup>1)</sup>

Mina Shibasaki, Sakiko Tanaka, Takuya Yanagihori, and Kouta Minamiawa

1) 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科

(〒 223-8526 神奈川県横浜市港北区日吉 4-1-1, mina0415, kouta@kmd.keio.ac.jp)

2) 日本科学未来館 (〒 135-0064 東京都江東区青海 2-3-6)

3) 東京都立墨東特別支援学校 (〒 135-0003 東京都江東区猿江 2-16-18)

**概要:** 文字を書くことは運動感覚, 認知的や感覚的な複雑な相互作用を必要とする. 故に, 認知や身体的課題のある特別支援学校の生徒において書字は一つの課題である. そこで, 振動触覚技術を利用し, 文字を書くときの筆記感覚を共有することで, 書字活動の身体性を生徒に直接伝え, 生徒の書字行動を引き出す書字サポートシステムを提案する.

**キーワード:** 特別支援学校, 知的障害, 触覚共有, 子どものためのインタラクションデザイン

## 1. はじめに

文字を書くことは運動感覚, 認知的, 感覚的なシステムの複雑な相互作用を必要とする [1]. 故に身体的, 認知的課題がある知的障害特別支援学校の生徒にとって書字は一つの課題である [2]. 原因としては細かな運動制御が苦手という身体的課題や情報の統合が難しいといった認知的な課題, 他者の情報に注意をすることが難しいなどの自閉スペクトラム障害 (ASD) の特性など報告されている [3] が, さらに特別支援学校の生徒は ASD の他, 注意欠如・多動性障害 (ADHD) の特性があったりなど, その特性や課題は一人一人異なる. 実際の現場でも黒板から文字を書き写す際, 文字の形状が変形してしまったり, 書き終わる前に注意力が散漫してしまったり, 反対に一つの文字に拘り過ぎてしまう様子が観察された.

最近では障害のある生徒の身体性にアプローチすることで介入の効果の向上が示唆されている [4]. また, 触覚共有技術においても, 熟練者の技術や経験を感覚的に共有する試みがあり [5, 6], 言語では難しい熟練者の身体情報を伝えられる可能性を示唆している. つまり, このような身体情報をうまく活用することで, 障害を持っていても身体的経験の共有によって, これまでより多くのことを学べるようになるかと考える. さらに, 複数人での触覚共有 [7] も可能になってきていることから, 特別支援学校においても展開できる可能性がある.

そこで本研究では, 振動触覚技術を利用し, 各生徒一人一人の身体にアプローチし, 文字を書くときの感覚を共有することで, 書字活動の身体性を生徒に伝える書字サポートシステムを提案する.

## 2. フィールドワーク

2021 年 9 月 15 日 9:15-9:45 に中学部 3 年生の授業の様子を見学した. 生徒は 4 名で教員は 2 名体制であった. この時間は個別学習の授業のため, 各生徒に合わせた学習課題が用意されており, 手先の訓練又はプリント学習を行っていた. 手先の訓練はアイロンビーズを使った作品制作, プリントについては計算や書字の練習などであった. 全体としては, 自立的に学習課題を取り組める生徒と学習課題を進めるにあたって補助が必要な生徒が居た. 例えば, 15 分ほど経つと教室から何度か退出してしまう様子や, 見学者が近づくと作業を中断してしまい, その後なかなか作業へと意識が向かないといったことがあった. また, 現場の教諭からも, どの生徒も共通しているのが学習課題の切り替えが苦手という話を伺った. 作業が移り変わる時は説明や時間が必要であるということだった.

このフィールドワークから 2 つの取り組むべきポイントが見つかった. 1 つは生徒の実行力や興味, 集中力の差が大きいことである. 途中で作業から離れてしまう生徒や課題によっては取り組むのに工夫が必要であることから, 課題内容の他に課題の進め方に対しても各生徒に対して工夫が必要である.

もう 1 つは 1 人の教諭が様々な授業課題を行っている生徒を複数人同時に見なければいけないという点である. 書字や計算, 作業訓練など生徒が取り組む課題は多様である. また, 同じ課題であっても生徒の取り組み方は大きく異なり教諭の認知負荷はとても高い. そこで, 各生徒一人一人の身体性にアプローチできるような方法で生徒の課題に対する興味や注意を引きだし, 課題へと行動を促せないかと考えた.

### 3. コンセプト

身体的課題や認知的課題を持つ生徒の書字行動を促すため、書字活動が持つ身体性をそのものを生徒に伝えられないかと考えた。過去の先行研究でも子どもの身体性にアプローチすることで、障害のある子どもから狙った行動を引き出すことが示唆されている。最近では、触覚共有技術も発展し、複数人同時に触覚を共有できるようになってきた。そこで、触覚共有技術を用いて、書字活動の持つ身体性を各生徒に伝えることで、文字を書くときの身体的な動きをイメージさせやすくし、生徒の書字行動を引き出すことができると考えた(図1)。

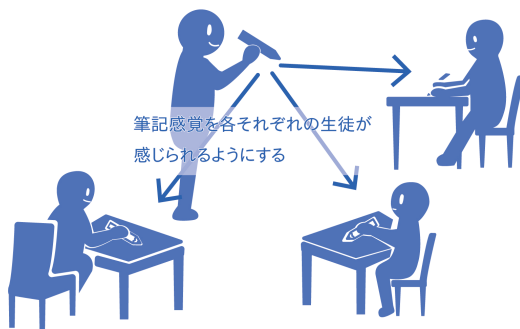


図1: 特別支援学校における筆記感覚の共有

### 4. 触覚提示クッションを活用した筆記感覚共有

#### 4.1 実装

生徒達にどのように筆記感覚を伝えることで生徒の書字行動を引き出せるだろうか?最初の試行として、図2のような3つの筆記感覚の共有手法を試した。図2-1は生徒同士が筆記感覚を共有する方法である。これは一人の生徒に合わせ他の生徒もその生徒の筆記感覚を感じながら、一緒に文字を書き始める方法である。図2-2は、自分の筆記感覚を感じる方法である。自分の筆記感覚に対してフィードバックが拡張されることで、自分の書字行動に注意を向けさせられると考えた。図2-3は生徒と教諭間での共有である。生徒と教諭がお互いに筆記感覚を共有することで、教諭側も生徒の書字行動に対する新たな気づきを得ることができると考えた。図3は実装したシステム構成である。触覚提示には無線で振動触覚が共有できるキンダーぶるぶるクッション [7] を活用した。鉛筆に加速度センサー(浅草ギ研・AS-3ACC-3)を装着し、鉛筆に伝わる筆記感覚を採取した。取得した触覚データをワイヤレスオーディオユニット(サーキットデザイン社・WA-TX-03,WA-RX-03)の送信機を使い、各触覚提示クッションへ送信した。

#### 4.2 結果

2021年10月14日中学部3年生の個別学習の時間に本システムを導入してもらい、生徒に漢字の書き取り練習を行ってもらった。結果、同時に生徒全員が筆記感覚を感じる

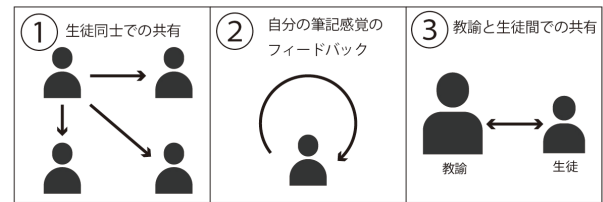


図2: 試行した3つの筆記感覚共有手法



図3: プロトタイプ1

方法の場合、振動が伝わってくることでいつもより丁寧に書いている様子があったが、視覚的な情報がないため、どの字を書いているか伝わってない様子だった。また、字をかくスピードにばらつきがあるため、途中からクッションからの振動を無視して作業を進める様子が見られた。

自分の筆記感覚を感じる方法ではフィールドワークの際に途中で教室から出てしまっていた生徒が進んで文字を書いている様子が見られた。しかし、最初は楽しそうに書字活動を行っていた生徒が途中で刺激が嫌になりクッションを返却する生徒もいた。

生徒と教諭間の共有を隣の席に座って行くと、生徒が振動を共有される教諭が書いた文字に着目している様子があった。また、生徒の筆記感覚を感じた教諭が生徒の書き順を違いに気づいている様子もあった。

この試行から、触覚を伝える時に視覚的な情報も必須であること、生徒それぞれの筆記のタイミングに合わせられることが必要であることがわかった。

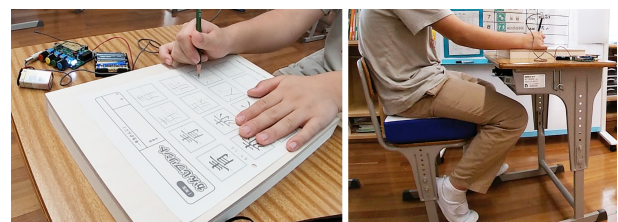


図4: 2021年10月14日試行の様子

### 5. タブレット端末を使ったデジタル教科書化

2020年よりGIGAスクール構想によって多くの生徒がタブレット端末を所有している。そこで、筆記感覚付きの動画コンテンツを作り、そのデータが入ったタブレット端末を使うことで各生徒がそれぞれのタイミングでアプローチできるようにした。図5はタブレット端末を使ったデジタル教科書化したシステム構成図である。筆記感覚は木の板の

下に TECHTIELtoolkit[8] のマイクを設置し採取した。そのままの触感だと低周波が弱かったため、音楽編集ソフトの Audition(Adobe) を利用し、80hz-200Hz の帯域を 25db 程度強めた。

2021 年 12 月 9 日前回と同様のメンバーに同じく個別学習の時間に改良したシステムを使用してもらった。結果、生徒達へ説明する必要なく自らタブレットを操作し、自分のタイミングで再生しながら文字を書いている様子を確認することができた。前回の試行で途中でクッションを返却した生徒も今回はプリントを仕上げるまで、クッションを使用していた。また、いつもより複雑な漢字に挑戦している様子も見られた。しかし、書き数の多い漢字の場合、途中でついていけなくなる様子もあり、動画コンテンツの再生速度についてはまだ工夫の余地があることもわかった。図 6 は実際に筆記感覚を教習した場合と使用しなかった場合における生徒の文字の比較である。赤丸のように筆記感覚の共有なしの場合、“子” の漢字のハネがなかった生徒が、ハネが意識できている様子や、漢字“女”のように枠に対して漢字をバランスよく書く様子などが見られた。



図 5: タブレット端末を活用したデジタル教科書化

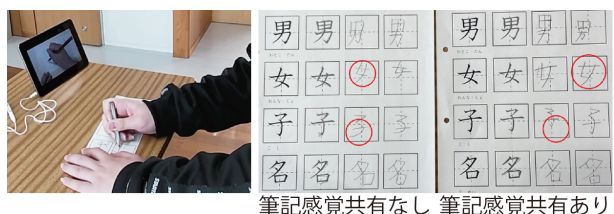


図 6: 2021 年 12 月 9 日の試行の様子と結果

## 6. 考察とまとめ

本研究では、触覚共有技術を利用し、文字を書くときの筆記感覚を生徒それぞれに共有することで、書字活動が持つ身体性を生徒に伝える書字サポートシステムを提案した。実際に特別支援学校の授業の中で使用してもらいながら、システムデザインの検討を行ってきた。2 回のフィールドテストの結果、筆記感覚の共有の手法の違いによる効果の違いや、生徒の特性による適切なデザインの違いが見えてきた。例えば、フィールドワークの際に離席してしまった生徒が書字に取り組めた様子などから、特に ASD や多動の特性がある生徒に対してこのシステムが効果的に活用できる可能性が高いと言える。また、課題に対する注意だけでなく、漢字の“ハネ”や“はらい”などを引き出せていたところから、書字活動の身体性を伝えられる可能性が示唆された。教諭からも静止画では伝えられない書き順なども生徒に伝えられ

ていたというフィードバックを得ることが出来た。しかし、生徒の書字行動へと注意を引き出した反面、生徒が疲れてしまった様子も見られたため、より認知負荷が高かった可能性もある。今度は課題の分量や時間配分なども検討しながら、より学校現場に取り入れられる方法を検討していく。

**謝辞** ご協力いただいた東京都立臨海青海特別支援学校の生徒の皆様、教諭の皆様、教諭の皆様に感謝の意を表す。また、本研究は JST ムーンショット型研究開発事業 身体的共創を生み出すサイバネティック・アバター技術と社会基盤の開発 (JPMJMS2013) および科研費学術変革領域研究 (B) デジタル身体性経済学 (21H05071) の支援を受けて行われた。

## 参考文献

- [1] D. Jones and C. A Christensen. Relationship between automaticity in handwriting and students' ability to generate written text. *Journal of educational psychology*, Vol. 91, No. 1, p. 44, 1999.
- [2] 江田裕介, 平林ルミ, 河野俊寛, 中邑賢龍. 特別支援学校 (知的障害) 高等部に在籍する生徒の視写における書字速度と正確さ. *特殊教育学研究*, Vol. 50, No. 3, pp. 257-267, 2012.
- [3] A. Kushki, T. Chau, and E. Anagnostou. Handwriting difficulties in children with autism spectrum disorders: A scoping review. *Journal of autism and developmental disorders*, Vol. 41, No. 12, pp. 1706-1716, 2011.
- [4] O. Imura, T. Furukawa, H. Fujino, S. Sugao, V. Chervenikova, E. Teruta, S. Harada, Y. Nihei, and Y. Hibi. Introduction to dohsa-hou: An integrated japanese body-mind therapy. 2015.
- [5] S. Saga, K. Vlack, H. Kajimoto, and S. Tachi. Haptic video. In *ACM SIGGRAPH 2005 Emerging technologies*, pp. 7-es. 2005.
- [6] 檜山敦, 土山裕介, 宮下真理子, 江瀬栄貫, 関正純, 廣瀬通孝. 一人称視点からの多感覚追体験による伝統技能教示支援. *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol. 16, No. 4, pp. 643-652, 2011.
- [7] M. Shibasaki, Y. Kamiyama, E. Czech, K. Obata, Y. Wakamoto, K. Kishi, T. Hasegawa, S. Tsuchiya, S. Matsuda, and K. Minamizawa. Interest arousal by haptic feedback during a storytelling for kindergarten children. In *International Conference on Human Haptic Sensing and Touch Enabled Computer Applications*, pp. 518-526. Springer, 2020.
- [8] K. Minamizawa, Y. Kakehi, M. Nakatani, S. Mihara, and S. Tachi. Techtile toolkit: a prototyping tool for design and education of haptic media. In *Proceedings of the 2012 Virtual Reality International Conference*, pp. 1-2, 2012.