

Mojivator:平均化手法を用いた手書き練習システムによる 書写行動の変化の観察

久保田 夏美[†] 齊藤 絢基[†] 中村 聡史[†] 鈴木 正明[†]

[†] 明治大学総合数理学部 〒164-8525 東京都中野区中野 4-21-1

E-mail: [†] ev40576@meiji.ac.jp

あらまし 手書きによるコミュニケーションの機会はいまだに少なくなく、手書きの検定や講座が多く存在することから、手書き文字を綺麗に書きたいと思う人が多く存在するといえる。しかし、手書き文字の練習は単調であるため、モチベーションを維持することは難しい。我々はこれまでの研究において、手書き文字の練習に対するモチベーションを保ちつつ書写技能を向上させることを目的とし、ユーザが書いた文字をリアルタイムにお手本文字と融合して提示する手書き文字練習システム Mojivator を実現した。本稿では、実験として Mojivator を使用した練習と従来のなぞり書き練習を長期的に行ってもらうことで、Mojivator の有用性とユーザへの影響について調査した。その結果本システムを用いた練習の方が、書写技能が向上するだけでなく、練習に対するモチベーションも維持できることを明らかにした。

キーワード 手書き文字, 平均文字, 文字練習,モチベーション, 文字教育

1. はじめに

現代の日本において、手紙や芳名帳など日常的に文字を手書きで書く機会がある人は7割強存在する。また、年賀状などで印刷されたものよりも手書きが加えられたものの方が良いという人は全体の8割を超える[1]。このように、我々が手書き文字に接する機会は多く、また手書き文字を好意的に捉えている人は多数存在しているといえる。このことから、コミュニケーションにおいて手書きはいまだ多くの人に支持されていることがわかる。また、ペン字に関する資格講座や日本書写技能検定、硬筆書写検定など手書き文字に関する検定が多数存在していることから[2]、手書き文字を綺麗に書くことに関心を持ち、綺麗にかけるようになりたいと思っている人も少なくない。

しかし、人には「筆跡の恒常性」と呼ばれる、手書き文字の筆跡が固定化されてしまう特徴があるため、大人になってから文字の字形を変えることは容易ではない[3]。また、なぞり書きや模写は単純作業である点からモチベーションを維持することが難しく、練習を継続することは容易ではないといった問題がある。

そこで我々はこれまでの研究において、ユーザが書いた文字をリアルタイムにお手本文字と融合して提示することで手書き文字の練習に対するモチベーションを保ちつつ書写技能を向上させる手書き文字練習システム Mojivator を実現してきた[4]。

また、Mojivator を用いた手書き練習について実験として行った結果、書写技能が向上すること、自身の技能が向上したと実感することで練習に対するモチベーションが上がることを明らかにした。しかし、この実

験は短期的なものであったため、字形に大きな変化は見られなかった。また、提案システムに初めて触れたことがモチベーション維持に影響した可能性があり、モチベーションの向上が一時的なものであるとも考えられる。

そこで本稿では、Mojivator を使用した長期実験を行うことで、長期的な練習においても書写技能やモチベーションの向上を促すことができるのか、ユーザにどのような影響を与えるのかについて検証する。

2. 関連研究

手書き文字の練習に関する研究やシステムは多数存在している。

武井ら[5]は、教える側が漢字の字形などの評価箇所を自らカスタマイズできるシステムを提案している。これは、既存の漢字学習システムには柔軟性がなく止め・撥ね・払いなどに重みを置けないことを問題とし、こうした細かい部分の評価を可能とするものである。また芳野ら[6]は、書字に問題のある学習障害者を対象とした、訓練用のノンテンドーDS専用ゲームソフトの開発を行っている。このソフトウェアでは文字学習にゲーム性を加えることで学習意欲を持続させるといったものである。野波ら[7]は、手本と見比べながら文字を書く臨書において、初級者による文字のバランスをとることを容易にする学習支援システムの構築を行っている。このシステムでは、ユーザの熟達度に応じて提示する文字を変化させ、学習効率を高めている。また七戸ら[8]は、AR技術を用いた書写学習支援を実現するアプリケーションの開発を行っている。このアプリ

ケーションでは、お手本文字を半紙上にプロジェクタで投影し、習字を書く上でのポイントの提示や学習者の長所や短所の評価と結果のフィードバックを行うことで、指導者がいなくても学習を可能とし、学習速度の促進を支援している。

以上のように手書き文字の練習に関する研究は多く存在している。しかし、これらの研究では、ユーザが書いた手書き文字を認識した後に評価や指摘をしていることから、指導者がいないと練習できないといった従来の書写練習における問題点と大差はない。我々の手法は、ユーザの手書き文字をリアルタイムに変換し提示することでモチベーションを高めつつ、書写技能の向上を目指すものである。

3. Mojivator

我々が提案してきた Mojivator[4]は、ユーザが書いた手書き文字をリアルタイムにお手本の文字と融合し提示する手書き文字の練習支援システムである。具体的には、ユーザがストロークを入力している時には、ユーザ自身のストロークの点列を提示し、ユーザが1つのストロークを入力し終えるごとに、そのユーザのストロークとあらかじめ用意したお手本となる文字のストロークを融合し提示するものである。なお、本システムは Processing を用いて実装している。

手書き文字とお手本文字の融合には、中村らの手書き文字平均化手法[9]を使用し、手書き文字とお手本の文字をフーリエ級数からなる数式として表現している。この数式的一方に α を、他方に $1-\alpha$ を掛け合わせることで、任意の融合率 α による加重平均化処理を行えるようにする。この融合割合の α の値が高ければ高いほど、自身の手書き文字にお手本文字の要素が多く含まれることになり、お手本により近づくことになる(図1)。

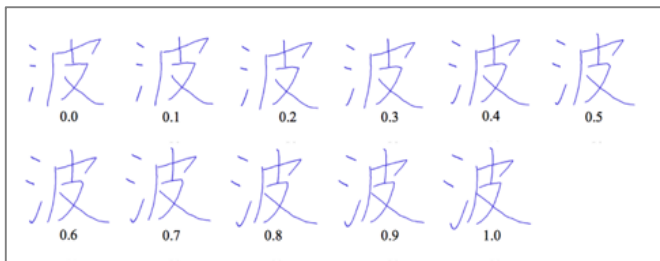


図1 融合割合 α における漢字の変化

これまでの研究での短期的な実験により、Mojivatorを使用することで、従来のなぞり書きや模写での練習に比べ、モチベーションを保ちつつ書写技能を向上することを確認した。本稿では、長期的に Mojivator を利用してもらった場合にも、書写技能や練習に対するモ

チベーションを促すことができるのか、またどのような影響をユーザに及ぼすのか検証する。

4. 長期実験

手書き文字の練習において、Mojivator を用いることで書写技能がどのように変化するのか、また長期的な利用において手書き文字の練習に対するモチベーションにどのような変化があるのかを調べるため、Mojivator となぞり書きのそれぞれを利用した長期的な実験を実施することにより検証する。

4.1. 実験内容

本実験では、実験協力者になぞり書き練習と Mojivator での練習の両方を行ってもらった上で比較するため、両方の練習を実施可能なシステムを、Processing を用いて実装した。

まず、実験システムを起動すると図2のような画面が提示される。ここでは、「なぞり書き」と「Mojivator」の2つから練習のモードが選択できるようになっている。どちらかを選択すると、その練習方法でユーザは練習できるようになっている。なお、練習のモードを選択するボタンはランダムに左右を変えて、ボタンの左右の位置によりユーザがどちらを最初に選択するのかわかるとい、選択行為に影響を及ぼさないようにした。



図2 練習方法選択画面

なぞり書きモードの場合は、お手本の文字が薄くマス内に提示され、ユーザはそのお手本をなぞることで練習を行う(図3)。Mojivator モードの場合は、右下の融合割合 α の値を設定できるスライダーで値を決定してから、マスの上に提示されているお手本文字と同じ文字をマス内に書いて練習を行う(図4)。



図3 なぞり書きモード

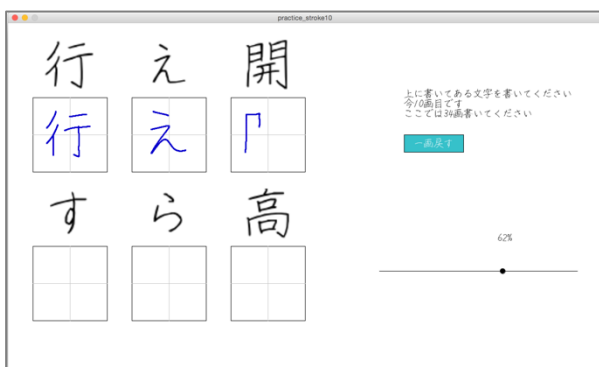


図4 Mojivator モード

今回練習対象とした文字は、バランスがとりにくいとされている漢字とひらがなを前回の研究[4]をもとに 36 文字選定し、お手本文字は手書き風のフォントとして公開されている「春夏秋冬」[10]というフォントから作成した。この 36 文字を、それぞれの練習のモードに 18 文字ずつ割り振り、1 ページごとに 6 文字ずつ提示し練習してもらった。そのため練習は、3 ページで 1 セットとした。

練習する際には、どちらの練習方法においても「一画戻す」ボタンを押すと、最新のストロークを消すことができ、ページ内の全ての文字が書き終わった時点で「次へ」を押すと、画面上のストローク情報は消され、練習する文字が切り替わる。その際に、ユーザが書いたストロークの点座標、ボタンを押したタイミングやストロークを書いたタイミングなどのユーザの行動を記録した時間、また Mojivator モードで練習した場合は練習を行った時に設定した融合割合などのデータを時間情報とともにログとして保存される。練習が 1 セット終了するごとに「終わり」ボタンが表示され、そのボタンを押すことで図 2 の画面に切り替わり、選択中の練習方法による練習が終了する。

4.2. 実験手順

実験は、システムを使用した手書き文字の練習を実験協力者 8 人（男性 6 名、女性 2 名）に、約 1 ヶ月間

に渡り、実施してもらった。

まず実験協力者には、手書き文字の書写技能向上を図るために実験システムを用いた練習を行ってもらった。その際、定期的に書写技能向上を測るテストとアンケート調査を実施することを伝えた。その後 1 ヶ月間に渡り、実験システムを用いた練習を行ってもらった。実験協力者は、それぞれのモードでの練習を 1 セット以上行くと、その日の練習を終えることができる。なお、各モードでどの程度練習したくなっているのかを観察するため、何セットでも繰り返し練習できるようにした。

テストは、実験のときと同様の文字を紙とタブレットの指定したマス内を書いてもらい、初回の実験を行う前に 1 回、その後練習 5 回ごとに行い、字形の変化を観察した。また、練習 5 回ごとのテストと同時に自身の文字に対する意識や、Mojivator に関するアンケート調査も行った。アンケートの質問内容は、練習においてユーザ自身が書写技能の変化についてどう捉えているのか、ユーザ自身のモチベーションがどのように変化するかといった大きく 2 つのテーマに分けて、-2 ~ 2 の 5 段階で回答してもらった。

- 自身の書写技能の向上をどの程度実感したか
- Mojivator またはなぞり書きでの練習は単純作業と感じたか
- Mojivator またはなぞり書きでの練習をこの先も機会があればやりたいと思うか

今回の実験では、書写技能の向上だけでなく実験協力者の練習に対するモチベーションの変化についても検証するために、練習モードを選択する順番や融合割合、練習するセット数は全て実験協力者自身が自由に設定できるようにした。これにより、実験協力者がどのような方法で練習を行っていたか、練習回数を重ねるに連れて、モチベーションや練習方法にどのような変化があるのかを観察可能とした。

5. 結果と考察

今回の実験により得られた結果から、実験協力者の書写技能と練習に対するモチベーションの変化について分析し考察する。なお、今回の分析では 1 か月の実験期間中に 20 回練習を行った 6 人の結果を対象として考察する（20 回練習をおこなっていない 2 名は約 15 回程度にとどまっていた）。

5.1. 字形の変化の観察

図 5, 6 は実験協力者 B と F がタブレット上でテストを行った際の結果を示したものである。ここでは、36 文字の中でも変化が大きかった 4 文字について、Mojivator・なぞり書きそれぞれのモードでの練習による変化を比較する。

		協力者B			
Mojivator	お手本	子	よ	め	ね
	1回目	子	よ	め	ね
	5回目	子	よ	め	ね
なぞり	お手本	あ	ま	を	も
	1回目	あ	ま	を	も
	5回目	あ	ま	を	も

図5 タブレット上での字形の変化（協力者 B）

		協力者F			
Mojivator	お手本	あ	ま	を	も
	1回目	あ	ま	を	も
	5回目	あ	ま	を	も
なぞり	お手本	子	よ	め	ね
	1回目	子	よ	め	ね
	5回目	子	よ	め	ね

図6 タブレット上での字形の変化（協力者 F）

図5、6より、協力者B・Fの両者とも字形が大きく変化し、お手本に近づいていることがわかる。また、他の実験協力者でも同様の結果が得られたことから、Mojivatorでの練習でもなぞり書きでの練習と同様に書写技能が向上することが明らかになった。

また各文字の字形の変化に着目すると、ひらがなが漢字に比べて字形の変化量が大きいことが確認された。たとえば、「を」は2画目を「くの字」のように書いていたが、練習後はお手本通りに書いており、Mojivatorによる影響がしっかり出ていることがわかる。これは字形の特徴として、ひらがなは漢字と比べて丸みを帯びていてストローク同士の余白が多いため、融合して提示した際の変化量が大きくなり、自身の書くストロークに影響を与えたと考えられる。

一方、図7は図6で示した協力者Fの紙上でテストを行った際の字形の変化を示したものである。

	行え開	をも風	あ指ぬ
1回目	行え開	をも風	あ指ぬ
3回目	行え開	をも風	あ指ぬ
5回目	行え開	をも風	あ指ぬ
	すら高	女南夢	紗まお
1回目	すら高	女南夢	紗まお
3回目	すら高	女南夢	紗まお
5回目	すら高	女南夢	紗まお

図7 紙上での字形の変化(Mojivatorモード)

タブレット同様、練習前に比べて字形が大きく変化し、お手本に近づいていることがわかる。また、タブレットでのテストでも変化を確認することができた。「を」の文字についても同様の変化が起こっている。以上のことより、タブレット上で練習した成果が、紙とペンでの手書きにおいても表れるといえる。

5.2. 練習に対するモチベーション変化の観察

5回ごとに行ったアンケート調査の結果から、実験協力者の練習に対するモチベーションや意識の変化について分析する。

図8は、実験協力者自身が書写技能の向上をどの程度実感したかを5段階評価（-2～2）してもらい、なぞり書きモードとMojivatorモードとで比較したものである。これは値が大きいほど実験協力者が書写技能の向上を実感したことを表す。この結果より、Mojivator、なぞり書きともに回を経るごとにスコアは上昇しているが、全てのアンケートにおいてなぞり書きモードでの練習よりも、Mojivatorモードの方が評価の値が大きくなっていることがわかる。また、アンケートには、Mojivatorモードで練習をする際に補正される違和感が次第に小さくなってきたことや、自分が書いた文字を見返した際に、文字のバランスが整っていたと実感したことが記述されており、こうした変化がポジティブに働いたものと考えられる。

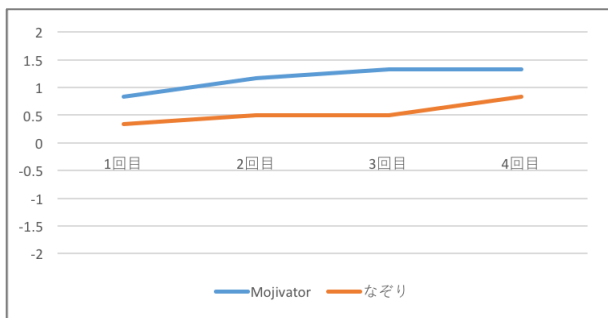


図 8 書写技能が向上したと思うか

図 9 は、今回の実験を通して練習は単純作業と感じたかについて聞いた結果をまとめたものである。その結果、なぞり書きモードでは 6 人中 4 人の実験協力者が「感じた」と答えたのに対して、Mojivator モードでは 1 人に収まった。得られた理由としては、「Mojivator の方がなぞり書きと比べて自由に書けるから」や「自分の文字をどう直せばいいのかりアルタイムにリアクションがあるために、同じ行為を続けていると思わなかったから」などとなっており、従来のなぞり書きによる練習方法よりも単純作業によるモチベーションの減少といった問題を減らすことができていることがわかる。

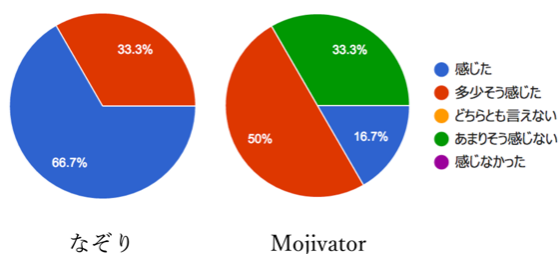


図 9 練習を単純作業と感じたか

次に実験協力者 (A~F) の行動記録から、練習に対するモチベーションや意識の変化について分析する。

図 10 は、実験協力者ごとの練習 20 回におけるセット数の合計を比較したグラフである。1 回あたり 1 セットしか練習していない場合は、値が 20 となる。つまり、この値が大きければ大きいほど、規定回数を超えて練習していることになる。

図 10 よりセット数は、6 人中 5 人がなぞり書きより Mojivator での練習の方が多かったことがわかる。このように Mojivator モードでの練習の方が多く行われたのは前述のように、Mojivator モードでの練習の方が自身のストロークで文字を書くことができ、ストレスによる負荷がかかりにくかったためだと考えられる。

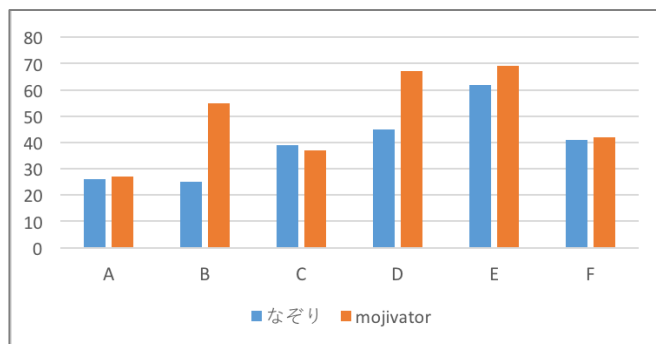


図 10 練習セット数の合計値

また、回数を追うにつれて、練習セット数が一定になる傾向を示していた。これは、実験回数を重ねるごとに、協力者自身で練習方法が確立していき、練習セット数も自分の中で決めながら練習していたからだと考えられる。また実験協力者 D と E は、練習を始める際になぞり書きから始めることが多かったにも関わらず、Mojivator での練習のセット数が多い。このことより、従来の練習方法よりも練習に対するモチベーションを向上することができたと考えられる。

次に、図 11、12 より Mojivator における練習セットごとの融合割合から、実験協力者の練習方法に特徴が表れるのか分析する。1 セットごとの融合割合の変化を見ていくと、主に 2 つのパターンが確認された。これらのグラフから、融合割合の設定を、最初は高くしてだんだん低くしていくパターン (図 11) と、高い割合と低い割合を繰り返すパターン (図 12) があることがわかる。図 11 は、「最初は融合割合の値を高くして自身の字が変化されている箇所を意識し、徐々に融合割合の値を低くしてお手本を意識しつつ書く」といった意見が得られた。また、融合割合の値が大きすぎると、自分の書いた文字が大幅に変換され不快な気分になるため、値を 0.5 以下にする人が多いことがわかった。図 12 は、「高い融合割合でどの部分が自身の文字とお手本文字が違うかを確認してから、低い融合割合で自身の文字が変わったか確かめる」といった意見を得ることができた。

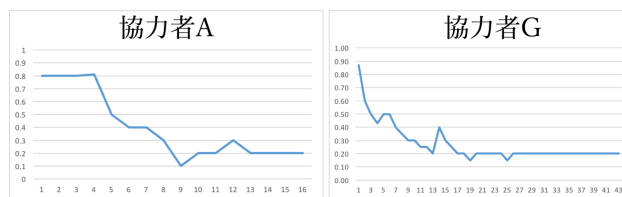


図 11 セットごとの融合割合の変化

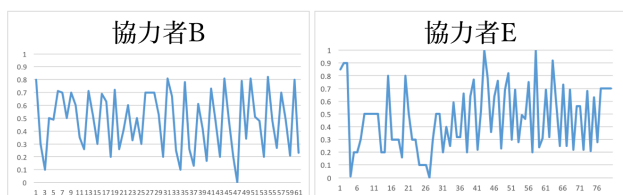


図 12 セットごとの融合割合の変化

最後に、図 13 は「この先も練習したいか」をアンケート調査で聞いた結果を示している。この先もなぞり書きで練習したいかについて低い評価をした人は、半数以上いたが、Mojivator でそのような評価をした人はいなかった。このような結果になった理由として、「なぞり書き練習はただなぞっていただけで単純作業に感じた」や「なぞり書きはなぞっているだけで直さなければいけない感じがしなく練習している意識になれない」などの意見が得られた。これらのことから、練習に対するモチベーションを維持するには、練習している際に書写技能が向上している意識を持つことができ、また練習の際の自由度の高さが重要であり、Mojivator での練習はこれらを満たしていたと考えられる。

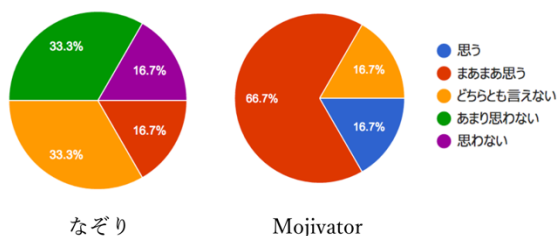


図 13 この先も練習したいと思うか

6. まとめ

手書き文字の練習に対するモチベーションを保ちつつ書写技能を向上させることを目的とし、これまでの研究で開発してきた Mojivator を、長期的に利用して練習した際にどのような影響をユーザに与えるのかを検証した。

1ヶ月間に渡って、Mojivator での練習となぞり書きでの練習を、各 20 回ずつ実験システムを用いて行った。その結果、Mojivator での練習はなぞり書きでの練習と同様に書写技能が向上し、またなぞり練習に比べて練習の自由度が高いために、モチベーションを保ちやすいことがわかった。

今後の展望としては、練習したい文字だけをずっと練習したいといった意見があったため、ユーザごとに

練習方法を合わせていくようなシステムを検討している。また、練習を重ねるごとに Mojivator のリアルタイムの変換の感覚が染み付いたために、Mojivator のサポートがないときに書くと違和感を覚えるといった声もあった。このことについては、精神面だけでなく脳や体に及ぼす影響についても調査し、改善していく予定である。

謝辞

本研究の一部は JST ACCEL (Grant 番号 JPMJAC1602), 明治大学重点研究 A の支援を受けたものである。また、手書き文字練習の練習方法や文字の選定などについてご助言いただいた押木秀樹先生に深く感謝いたします。

文 献

- [1] 文化庁, 平成 26 年度「国語に関する世論調査」の結果の概要, pp.8, 2014.
- [2] ユーキャン, ペン字書道系講座のご紹介, <http://www.u-can.co.jp/pen/index.html> (2017.4.5 確認)
- [3] 但馬文昭, 呉建, “手書き文字変動に対する視感評価と各種定量評価の比較,” 社団法人電子情報通信学会, pp.55-62, 1997.
- [4] 久保田夏美, 新納真次郎, 中村聡史, 鈴木正明, “Mojivator: 手書き文字の自動融合により書きたくなる練習支援システム,” WISS2016, 2016.
- [5] 武井典子, 持田桂介, 但馬文昭, 中川正樹, “字形評価箇所を支持できる手書き漢字学習システム,” 情報処理学会研究報告, pp. 15-22, 2005.
- [6] 芳野可奈子, 高田雅美, 天白成一, 城和貴 “ニンテンドーDS を用いた書字学習トレーニングソフトの開発,” 情報書路学会研究報告, pp.81-84, 2005.
- [7] 野波淳里, 竹川佳成, “臨書初級者のための文字バランス学習支援システムの提案,” 情報処理学会研究報告, pp.81-86, 2014.
- [8] 七戸貴大, 岩田貴裕, 山邊哲生, 中島達夫, “AR 技術を利用した書写学習支援アプリケーションにおける効果の観測,” 情報処理学会第 72 回全国大会, No5, pp.155-156, 2013.
- [9] 中村聡史, 鈴木正明, 小松孝徳, “ひらがなの平均文字は綺麗,” 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 12, pp.2599-2609, December 15, 2016.
- [10] 春夏秋冬ホームページ, <http://www.geocities.jp/s318shunkasyuto/index.html>, (2017.4.5 確認)