

非利き手のための書字訓練システムの検討

大保 景子[†] 大西 祐哉^{††} 大矢 哲也^{†††} 川澄 正史[†] 小山 裕徳[†]

東京電機大学大学院 未来科学研究科 情報メディア学専攻[†]

東京電機大学大学院 先端科学技術研究科 情報通信メディア工学専攻^{††}

日本医療科学大学 保険医療学部 臨床工学科^{†††}

1. はじめに

利き手に障害が生じた場合、書字動作が困難となり利き手交換^[1]を目的とした非利き手による書字訓練が必要となる。しかし既存の書字訓練では長期間の書字訓練を要し、利き手交換対象者に対して負担が大きいいため、書字訓練期間の短縮が求められている^[1]。

現在臨床現場で実施されている紙とペンを用いた書字訓練手法に対し、近年普及してきているペン入力技術を利用した利き手交換支援の有効性が唱えられてきている^[2]。

よって本研究では、書字の利き手交換対象者の負担の軽減を目的とし、書字訓練時の手本に着目した書字訓練期間の短縮が可能な書字訓練方法の検討および情報機器を利用したメディア技術応用による利き手交換支援のための書字訓練システムの開発を行う。

2. 自筆を手本とした書字訓練

書字訓練における重要な要素は筆跡の整齊さを示す書字正確性と書字の速度を示す運筆速度であり、この二つの要素を効率よく向上させることで、書字訓練期間の短縮が可能だと考える。

先行研究において、書字動作は非利き手の書字訓練を十分に行うと、利き手と非利き手の筆跡がほぼ同一となることや、運筆速度および書字した線の長さの総計である軌跡長などの運動パターンが類似することが報告されており^[3]、書字訓練時に対象者の自筆の情報を与えることで、早期に対象者自身の書字正確性および運筆速度を取り戻せると考えられる。

本稿では、長期の書字訓練を実施し、既存の手法と提案手法との比較を行い、自筆の手本を用いた書字訓練法の有用性を検証した。

3. 実験

提案した手法の有用性を検証するため、
Examination of the Training System for Non-dominant Handwriting

[†]Graduate School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

^{††}Graduate School of Advanced Science and Technology, Tokyo Denki University

^{†††}Faculty of Health Sciences, Nihon Institute of Medical Science

先行研究を参考とし^[4]、標準の書体および自筆を手本として用いた書字訓練を実施し、書字能力の習熟度（以下、習熟度とする）の比較を行った。

書字は訓練するほど運動パターンが安定してくることから^[3]、本稿では、習熟度を書字の再現性の高さと定義した。

被験者は非利き手による書字動作経験のない健常者 6 名（20 代）とし、標準の書体を手本とする群と、自筆を手本とする群にそれぞれ 3 名ずつ無作為に分けた。書字訓練として、一マス 1.8cm 角のマスを 13 マス用いて非利き手による書字練習を一日 10 回、計 30 日間行った。書字練習に使用する規定分は 13 文字の漢字かな交じり文とし、曜日ごとに違う規定分を用意した。

計測方法として、一週間に一度計測日を設け、被験者の訓練結果を計 5 回記録した。計測内容は、被験者の非利き手による規定文の書字を 5 回行うものとした。

計測機器として、Wacom 製ペンタブレット Intuos4 PTK-640 と、ボールペン芯を装着できる Intuos4 専用インクペンを用いて行った。

4. 結果

4.1 習熟度の評価

訓練による書字能力の習熟の効果を見るため、書字訓練期間中の習熟度の評価を行った。習熟度の評価は、先行研究と同様に運筆速度－軌跡長グラフを用いて行った^[4]。運筆速度－軌跡長グラフは個々のグラフ間の相関が高いほど書字の再現性が高いことを示す。よって本稿では習熟度を運筆速度－軌跡長グラフ間の相関係数で評価した。軌跡長は、13 文字の一点一画を繋げたものとし、運筆速度は同じく 13 文字の一点一画ごとの平均速度とした。

各手本の習熟度の結果を図 1 に示す。1 日目は標準の書体が 0.63 ± 0.06 、自筆が 0.63 ± 0.03 、8 日目は標準の書体が 0.66 ± 0.06 、自筆が 0.68 ± 0.04 、15 日目は標準の書体が 0.65 ± 0.09 、自筆が 0.71 ± 0.06 、22 日目は標準の書体が 0.64 ± 0.14 、自筆が 0.73 ± 0.12 、29 日目は標準の書体が 0.67 ± 0.05 、自筆が 0.74 ± 0.09 であった。

各計測日の結果に対し危険率 5%未満で t 検定

を行った結果、いずれも有意差は確認されなかったものの、自筆の手本の方が、習熟度が上昇している傾向が見られた。

4.2 感性評価

訓練による書字能力の習熟の効果を見るため、主観的な字形の評価を行った。訓練前と訓練後の文字を目で見て比較した際の読みやすさの差を上達度と定義し、アンケート形式による回答を行わせた。

評価方法は5段階評価とし、被験者は20代の健常者7名とした。標準の書体を手本とした群の評価は 3.57 ± 0.39 、自筆を手本とした群の評価は 4.19 ± 0.39 であった。結果に対し、危険率5%未満で t 検定を行った結果、有意に自筆の評価が高いことが認められた。

さらにアンケートを実施した際、文字のどの部分に着目して上達度を評価したのか、ドローイングの揺れ（線の歪み）、文字サイズ、全体的なバランス、その他の4つの項目で被験者に回答を行わせた。その結果、7名全員がドローイングの揺れに着目していることがアンケートの回答結果から分かった。

5. 考察

運筆速度-軌跡長グラフを用いた習熟度の評価に関して、自筆の手本による書字訓練の方が、習熟度が上昇している傾向が見られたことから、自筆という手本が非利き手の書字能力の向上に効果的である可能性が示唆される。効果が出た理由としては、非利き手は訓練を積み重ねれば運動パターンが利き手と類似すること、また、自筆は非利き手にとって運筆が容易な書体であることから、自筆という手本は非利き手の書字の運動パターンを安定させるに有効であったと考える。

アンケートによる主観的な字形の評価において、自筆の手本による書字訓練の方が、有意に上達度の向上が見られた。このことから、運筆速度のみならず、書字正確性という要素においても、自筆という手本は有効であることが示唆された。また、上達度の評価の際の着目点として、ドローイングの揺れが重要である可能性が高いことが分かった。

6. 書字訓練システム

上記の実験結果より、対象者の自筆を手本に用いた書字訓練システムの開発を行った。訓練内容は、提示された自筆の手本のなぞり書きであり、訓練後に定量評価による訓練結果がユーザにフィードバックされる。

書字能力の定量評価方法として、習熟度の評

価には運筆速度-軌跡長グラフを用いる。また本稿の実験結果よりドローイングの揺れの定量評価を上達度の評価と定義し、式(1)に示すB-スプラインを利用した平滑化スプライン法により算出した字形変動量を用いて上達度を求めることとした。の n, m はデータ個数を示す。

$$\sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2 + \lambda \int f''(x)^2 dx$$

$$f(x) = \sum_{i=1}^{m+3} B_i^{(3)}(x) \beta_i \quad \dots (1)$$

7. おわりに

本稿では、書字の利き手交換対象者の負担の軽減を目的とし、対象者の自筆を用いた長期の書字訓練を行い、その有用性の検証を行った。その結果、書字訓練の重要な要素である書字正確性および運筆速度のどちらの要素においても、自筆の手本が非利き手の書字能力の向上に効果的である可能性が示唆された。

また、本稿の実験結果を参考とし、自筆を手本とした書字訓練システムの開発を行った。

参考文献

- [1] 明崎禎輝, 川上佳久, 平賀康嗣, 野村卓生, 佐藤厚, “非利き手の書字正確性を向上させる練習方法”, 理学療法科学, Vol.24, pp.689-692, 2009.
- [2] 芳野可奈子, 高田雅美, 天白成一, 城和貴, “書字運動の訓練支援ソフトウェアの開発”, 電子情報通信学会技術研究報告. WIT, 福祉情報工学, Vol.108, No.67, pp.79-83, 2008.
- [3] Teulings HL & Schomaker LR “Invariant properties between stroke features in handwriting. Acta Psychologica82”, pp.69-88, 1993.
- [4] 原田貴子, “利き手不全片麻痺の書字運動解析”, 杏林医会誌, Vol.40, No.4, pp.69-80, 2010.

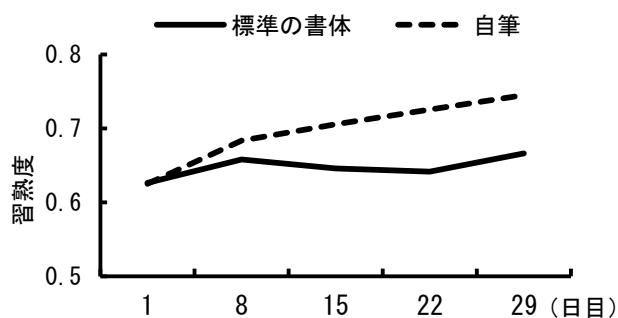


図1 書字訓練期間中の習熟度