

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 15 日現在

機関番号：32689

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2013～2014

課題番号：25885089

研究課題名(和文) 失書を“書字運動障害”と捉えるモデルに基づいた定量的データとその臨床応用の提案

研究課題名(英文) Quantitative analyses of writing movement disorder for clinical applications for agraphia patients

研究代表者

板口 典弘 (Itaguchi, Yoshihiro)

早稲田大学・文学学術院・助手

研究者番号：50706637

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、脳損傷による失書(字が読めるけれど書けない)症状の理解や、より優れた臨床評価の開発を目指す基礎研究であった。本研究の成果は2つある。まず、失書検査やリハビリにおいて、患者がどの程度“上手く”文字が書けているかについての評価指標を定めた。次に、そのような評価指標を利用して、臨床現場において書字の障害の程度を簡易的に計測する方法を開発した。

研究成果の概要(英文)：The present study aimed to improve the understanding of the acquired neurological disorder called agraphia (can read but cannot write characters), and to invent a new clinical assessment for the disorder. We had two achievements. First, we provided new quantitative measures which can reflect the symptoms of agraphia patients more accurately and intuitively in terms of motor control theory. Second, using those measures, we made a software application which can easily assess writing disorders in clinical circumstances.

研究分野：認知神経心理学

キーワード：失書 リハビリ 定量的評価 書字

## 1. 研究開始当初の背景

### 【研究の概要】

本研究は、脳損傷による失書（字が読めるけれど書けない）症状の理解や、より優れた臨床評価の開発を目指す基礎研究であった。具体的には、失書検査やりハビリにおいて、患者がどの程度“上手く”文字が書けているかについての比較基準（健常者データ）を定めることを第一の目的とした。次に、臨床現場における、書字の障害の程度を簡易的に計測する方法を提案することを第二の目的とした。

### 【研究の背景】

(1) 失書の機序は未解明で、効果的なりハビリもなかった

失書とは、文字を読むことができても、書くことができない症状を指し、脳梗塞などによって後天的に発症する神経心理学的症状である。失書については、本邦においても様々なモデルが出されているが、未だその機序は明らかになっていない(岩田 2007)。また、健常な書字のモデルについても、これまで心理学の分野ではあまり検討されてこなかった。

本邦ではその識字率の高さから、文字を書けないことに対するマイナス感情も強い。そのような状況にも拘らず、失書症状に対する効率的なりハビリは未だ提案されていなかった。そのため、現状では臨床従事者がそれぞれ試行錯誤しながらそれぞれの方法でリハビリテーションを施行している。また、失書は症状が時間とともに改善することは稀であるため、リハビリテーションに対する患者自身の努力、および臨床従事者の努力が必要不可欠になってくる。さらに、一般に文字の再学習は、学習した文字以外に汎化しないことなりハビリテーションの問題点として知られている。すなわち、練習した文字は書けるようになっても、他の文字を書けるようにはならない。このような失書を取り巻く状況は社会的に大きな問題となっており、早急な解決が少しでも寄与する学術的・実践的研究が望まれていた。

(2) 健常者の比較基準データが未整備であった

これまでの神経心理学では、定量的な健常者の基準データ、あるいはその計測方法（臨床検査）の整備が遅れていた。そのため、患者のデータがもしあったとしても、それが健常者の書字と、どこが、どのように異なるのかを正しく把握することが難しかった。このような要因は、臨床従事者それぞれの経験に基づく誤った臨床評価や、評価者間の評価の揺らぎを引き起こす原因となっていた。このような評価の妥当性や信頼性の欠落は、患者自身に直接降りかかる临床上の重大な問題であり、さらに研究知見の積み重ねを阻害す

る問題点ともなっていた。

(3) 書字の「運動」の側面の検討が少なかった

これまでの神経心理学の研究手法は、書字後の「文字」の誤り方の解析が中心であった。すなわち、書字には、視覚要素と同様に運動要素が強く影響するにもかかわらず、これまでの研究は最終的に残った文字単位での解析が中心であった。このような解析は失書症状の理解において不可欠であるものの、書字している間のプロセスは無視しており、不十分であると言える。一方で、工学（運動計算論）の分野では、書字を複雑な運動パターンと捉え、どのようにしたら私たちヒトが行うような滑らかな書字が達成されるかが研究されていた(Wada and Kawato 1995)。また、失書を生じさせる脳損傷領域も、失書の理解に運動要素が重要であることを示唆していた。失書を生じる脳損傷領域は、感覚運動統合および運動計画に重要であるとされる頭頂葉を含むことが多い(Jennerod et al. 1994)。さらに、既に我々も、本研究申請時点において、頭頂葉損傷により運動の基礎的な側面が障害されることを報告していた(板口ら 2012)。これらの研究は、失書症状の理解、および効率的な検査法の提案のためには、書字における運動要素を精査し、「どのように書字がなされるか」を仮定したモデルに基づいた解釈の必要があることを示していた。

## 2. 研究の目的

本研究は、脳損傷による失書症状の理解や、より優れた臨床評価の開発を目指す基礎研究であった。具体的には、失書検査やりハビリにおいて、患者がどの程度“上手く”文字が書けているかについての比較基準（健常者データ）を定めることを第一の目的とした。次に、臨床現場における、書字の障害の程度を簡易的に計測する方法を提案することを第二の目的とした。これらの目的は、失書患者の病態に関する客観的・理論的な解釈基準の提供、および信頼性・妥当性の高い臨床評価に貢献すると考えられるため、大きな社会的意義を持っていた。

## 3. 研究の方法

本研究では、据え置き型の WACOM ペンタブレット、携帯型タブレット端末 (iPad)、3次元位置解析装置 (FASTRAK)、共同研究グループが独自開発した 2 リンクモーター制御アクチュエータを用いて、健常者および頭頂葉損傷患者の書字運動、および書字を構成する運動要素の定量的評価をおこなった。

このような運動測定による実験結果に対して、二つの側面からのアプローチをおこなった。一つ目は、臨床応用を目的とした健常者・患者のデータ整備および、それぞれの特徴点の抽出である。二つ目は、脳損傷患者の

リハビリにおける学習に対する応用を見据え、運動制御の観点から、速さ・経由点・精度さなどに関する理論的解釈である。本研究課題においてはこれらの目的に対して継続的なアプローチをおこなってきたが、以下に、二つの主な研究成果を紹介する。

#### (1) iPad を用いた定量的な書字検査・解析法の提案

書字障害を呈する患者2名を含む5名の脳損傷患者を対象とした。他の3名のうち2名が失語症状を呈し、残りの1名は発症時は失語症状を呈していたものの、検査時における神経心理学的症状は認めなかった(図1)。さらに、年齢を統制した健常老年群として5名の被験者が参加した。

実験では、iPadを用いて、書き取りおよび写字をおこなった。写字の場合は、タブレット画面上部にお手本の文字を提示した。書字は指で行った。本研究では試験的に、臨床観察で計測しにくい指標の解析を中心におこなった。すなわち、(1)書字時間、(2)最大書字速度と、(3)字画間の距離・時間の関係という3つの指標を算出し・比較した。

#### (2) 運動学習における速度と精度のトレードオフ

右利きの学生12名(22.6±2.3歳)が実験に参加した。実験参加者は、異なる課題を行う2群にランダムに割り振られた。参加者は椅子に座った状態で、Wacomタブレット上に呈示された新規図形をできるだけみ出さないようになぞることを求められた。タブレットは参加者の正面の机の上に設置され、参加者はペンをパワーグリップで握った。なぞる図形は、一筆書きで構成されており、大きさは15.5×12.5cm、線幅は5.25cmであった。試行において、ペンを動かし始めるタイミングは参加者の任意のタイミングであった。試行が終わった後に描かれた軌道が呈示され、参加者は軌道のずれを確認することができた。Schmidt課題では、参加者は6秒で図形を描き終わるように教示された。試行時間のフィードバックは与えず、目標から0.5秒以上試行時間がずれた時のみその旨を伝えた。Fitts課題では、参加者はできるだけ速くなぞるよう教示された。この課題においても、試行時間のフィードバックは与えなかった。実験参加者は課題を1セッション50回、連続5日間で計5セッション行った。試行毎の運動時間(Movement Time)、見本図形からの総逸脱距離(Deviation)、試行内における見本図形の中心線からのばらつき(Within Variance)、試行間における軌道のばらつき(Between Variance)、速度極小点の数(Local Minimum)を算出し、セッションごとに平均値の継時的変化を検討した。対応のあるt検定を用いて、第一セッションとの比較を行い、初めて有意な差が出た時点を求めた。

さらに、時系列的な成績の変化をより詳細

に検討するため、各被験者のSpeed-Accuracy tradeoff 曲線をプロットし、練習を伴わない群との比較をおこなった。

#### 4. 研究成果

##### (1) iPadを用いた定量的な書字検査・解析法の提案

患者群は健常者群よりも概して書字時間が遅いものにも関わらず、最大速度は健常者よりも上回ることが多かった。また、字画間の距離・時間の関係からは、健常者よりも字画間に多くの時間がかかっていることが示された。さらに、通常は文字として残らない、画と画の「浮いている部分」における書字時間と距離の関係を検討したところ、書字障害がないと判断された患者においても、年齢統制健常者とは明らかに異なるデータの特徴を見せることが明らかになった(図2)。

このようなデータは、印象的には観察可能である。しかしながら、その観察が定量的なデータとして残ることはなく、残せたとしてもデータ間の比較は容易ではない。本研究の方法は、簡易にデータを蓄積でき、従来直感的に判断されてきた各種指標の定量的比較が可能であることを示した。さらに、従来の検査法よりも感度の高い指標も提案することができた。これらの結果は、健常の運動モデルの範囲内で、脳損傷による書字障害の運動的な側面が説明できることを示唆する点、学術的な意義もあった。

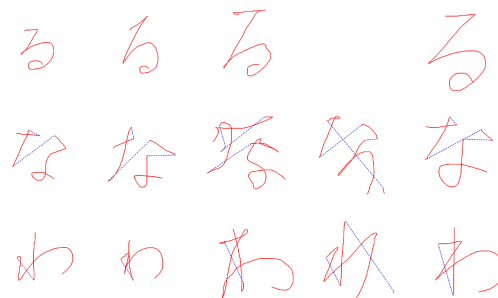


図1. 頭頂葉損傷患者の書字の例

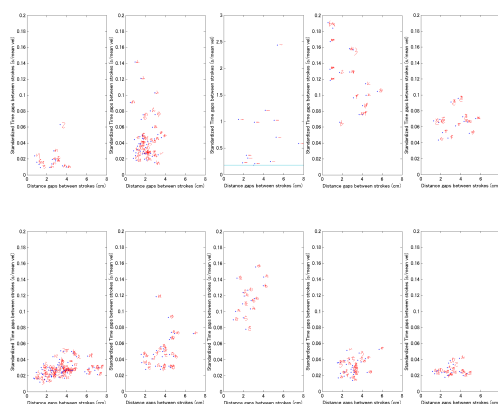


図2. 見えない書字動作の視覚化の例. 上段が頭頂葉損傷患者, 下段が年齢を統制した対照群のプロファイル

## (2) 運動学習における速度と精度のトレードオフ

実験の結果、時間を一定にした運動学習 (Schmidt 課題) では精度のみが上昇し、なるべく速く運動を行う課題 (Fitts 課題) には運動速度のみが速くなることが明らかとなった。結果のまとめを図3に示す。具体的には、Schmidt 課題では、Deviation および Within Variance が第3セッションの時点で第1セッションと比較して有意に低下した ( $p < .05$ )。他の指標については、セッション間で変化はなかった。Fitts 課題では、Local Minimum および Movement Time が第2セッションの時点で第1セッションと比較して有意に低下した ( $p < .01$ )。一方、Between Variance は第2セッションの時点で有意に増加した ( $p < .05$ )。

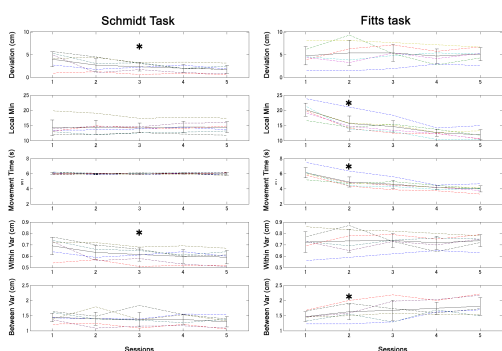
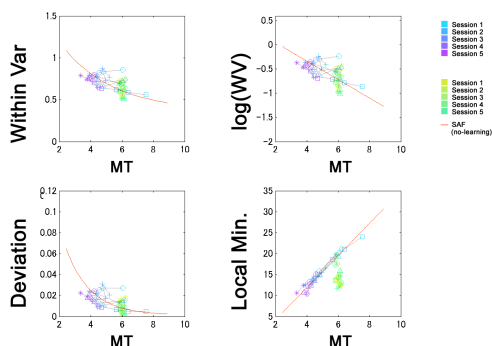


図3.二つの異なる教示をされた書字課題における、学習による各指標の変化

上の解析に加えて、各被験者の Speed-Accuracy tradeoff 曲線をプロットし、練習を伴わない群との比較をおこなった (図4)。オレンジの線が学習を行わない群の Speed-Accuracy tradeoff である。Schmidt 課題および Fitts 課題のそれぞれにおいて、エラーの指標が統制条件よりも下方 (少ない方向) にシフトしているのがわかる。ただし、それぞれ、シフトの方向が異なる。Schmidt 課題はその制約から時間的な要素は一定である。一方で Fitts 課題はそのような制約はないため、速度と精度の両方が増進す



るならば、左下原点方向に進むはずであるが、速度のみが早くなっていることがわかる。

図4.二つの異なる教示をされた書字課題における、学習による各指標の変化

本実験の結果から、時間を一定にした運動学習においては精度のみが上昇し、一方なるべく速く運動を行う課題においては精度は初期状態から変わらないままで運動速度が速くなることが明らかとなった。この結果は、中枢における速度と精度に関する運動計画の変更は独立に制御されうることを示唆する。すなわち、書字のような複雑な運動においては、精度と速度では異なる制御 (内部モデル) が使用されている可能性を示唆した。同時にこの結果は、最終的な速度を予め指定してから運動精度を求める方略と、精度を重視して速度を上げていく方略は根本的に異なるシステムの更新の仕方によることを示唆する。これらの知見に基づけば、運動学習において速度と精度の両方を向上させるためには、少なくとも2つの異なる段階を踏まなければならないと考えられる。この可能性は失書のリハビリテーション場面のみならず、スポーツ分野などにも応用可能性がある重要な知見となった。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

1. Itaguchi Y., Yamada C., and Fukuzawa K. (in press) Writing in the air: contributions of finger movement to cognitive processing. PLOS one.

[学会発表](計 8 件)

1. 板口典弘. (2014) 運動学習において速度と精度の向上は両立しない. 日本基礎心理学会第33回大会, p.84, 東京, 2014年12月.
2. 福澤一吉, 板口典弘. (2014) 『神経心理学』誌の効果量と検定力分析について 過去14年間(2000年~2013年)の原著論文を対象に. 第38回神経心理学抄録集 p.125, 山形, 2014年9月.
3. 福澤一吉, 板口典弘, 内山由美子, 吉澤浩志, 桂誠一郎. (2014) Motion Copying System(MCS)を使用した書字運動障害のリハビリテーション. 第38回神経心理学抄録集 p.169, 山形, 2014年9月.
4. 山田千晴, 板口典弘, 内山由美子, 吉澤浩志, 福澤一吉. (2014) 書字の運動学的要因が書き間違いの生起に与える影響 書字スリップからみた錯書の発現メカニズム. 第38回神経心理学抄録集 p.147, 山形, 2014年9月.
5. 板口典弘, 森真由子, 内山由美子, 吉澤浩志, 小池康晴, 福澤一吉. (2014) iPadを用いた定量的な書字検査・解析法の提案. 第38回神経心理学抄録集 p.170, 山形, 2014年9月.
6. 板口典弘, 山田千晴. (2014) 運動行為が

認知処理に与える影響:空書と漢字構成課題. 日本認知心理学会 第 12 回大会発表論文集 p.62, 仙台, 2014 年 6 月.

7. 福澤一吉,板口典弘,内山由美子,小池康晴 (2013) 頭頂葉病変を伴う症例の書字運動障害について -運動軌道と運動時間を中心に-. 第 37 回日本高次脳機障害学会, 松江, 2013 年 11 月.
8. 板口典弘,小野島萌. (2013) 空書を用いた鏡像書字の検討. 日本心理学会第 77 回大会, 札幌, 2013 年 9 月.

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

板口 典弘 (Itaguchi Yoshihiro)

早稲田大学文学学術院・助手

研究者番号: 50706637

##### (2)研究分担者

なし

##### (3)連携研究者

なし

##### (3)研究協力者

福澤 一吉 (FUKUZAWA Kazuyoshi)

小池 康晴 (KOIKE Yasuharu)

吉澤 浩志 (YOSHIKAWA Hiroshi)

内山 由美子 (UCHIYAMA Yumiko)

桂 誠一郎 (KATSURA Seiichiro)

山田 千晴 (YAMADA Chiharu)