

## 学位論文要約

# 高次脳機能の発達に資する手書き教育の研究 —人間形成のための手書き教育を目指して—

広島大学大学院教育学研究科  
教育学習科学専攻 学習開発学分野  
カリキュラム開発領域

D166582 川原 淳

# 目 次

## 序章 研究の動機と目的

第1節 研究の動機	2
第2節 問題の所在と本研究の意義	4
第3節 目的と方法	5
(1) 目的	
(2) 方法	
第4節 先行研究	7

## 第1部

### 第一章 脳機能からみた手書き教育の変遷

第1節 手書き教育とは一人類が文字を使用し始めてから今日まで—	10
(1) 文字の使用の開始	
(2) 写本の制作と印刷技術の発明	
(3) タイピングの出現	
(4) 本論における「手書き教育」の定義	
第2節 書体の変遷—脳機能の視点から—	19
(1) 非連続性、非立体性、非リズム性の書字活動の時代	
(2) 連続性、立体性、リズム性を伴う書字活動の時代	
第3節 書字言語体系の違い—脳機能の視点から—	21
(1) 漢字とアルファベットの違い	
(2) 漢字(表意文字)とかな(表音文字)について	

### 第二章 手書き教育の理念の変遷と今日的課題

第1節 日本における手書き教育の理念の変遷	28
(1) 理念の変遷と時代区分	
(2) 古代から中世	
(3) 江戸時代	
(4) 明治から終戦	
(5) 戦後から2000年頃	
(6) 2000年以降	
第2節 今日の学校教育における手書き教育の理念の限界	42
(1) 幼年・小学校	
(2) 中学校	
(3) 高等学校	

(4) 大学及び教員養成	
第3節 社会が手書き教育に求めるもの	52
<b>第三章 手書き教育における「人間形成」という視点と脳科学</b>	
第1節 書写書道教育における「人間形成」の解釈	59
(1) 中国古典文献にみえる書写書道教育と「人間形成」	
(2) 日本の江戸時代以前の古典文献にみえる書写書道教育と「人間形成」	
(3) 日本の明治以降の文献にみえる書写書道教育と「人間形成」	
(4) 「人間形成」と脳科学における「高次脳機能」との関係	
第2節 手書きに関する脳科学のこれまでの研究成果と課題	71
(1) 「心」と「言語」の所在に関する脳科学の歴史	
(2) 脳科学の発展と脳機能観察機器の発達	
(3) 手書きの脳機能についての研究成果—「失書」の研究を中心に—	
(4) 手書きとタイピング書字の比較の先行研究	
第3節 書写書道教育に関するこれまでの脳科学研究と課題	82
(1) 「脳科学と教育」研究の目的と背景	
(2) 書写書道教育からの脳科学へのアプローチのこれまで	
(3) 書写書道教育から脳科学へアプローチすることの課題	
第4節 手書き教育が脳科学に求めるもの	88

## 第II部

### 第四章 手書きの機能の検証

#### —「手書き」と「タイピング書字」の比較から—

第1節 「聞く」「話す」「読む」「書く」といった言語活動と脳の機能について	91
(1) 最も高次に統合された脳の機能としての「手書き」	
(2) 書字中枢の検証	
(3) 言語活動の脳内メカニズム	
(4) 「手書き」と「タイピング書字」の脳内メカニズムの差異	
第2節 体性感覚に関して	100
(1) 体性感覚における「手書き」と「タイピング」の差異	
(2) 「手書き」における体性感覚へ与える影響	
第3節 空間構築の機能に関して	103
(1) 頭頂連合野の機能	
(2) 空間の構築における「手書き」と「タイピング」の差異	
(3) 「手書き」における頭頂葉へ与える影響	
第4節 手指の巧緻な運動に関して	108
(1) 運動野および運動連合野の機能と「手書き」における前頭野へ与える影響	

(2) 手指の巧緻な運動における「手書き」と「タイピング」の差異	
(3) 書字活動としての手指の巧緻な運動という特殊性	
第5節 イントネーション性（リズム感）の機能に関して	115
(1) 手書き文字のイントネーション性とは	
(2) 言語表現にも関わる右半球と大脳基底核—プロソディ障害を通して—	
(3) 筆順のイントネーション性	
第6節 記憶、語彙、文法の機能に関して	121
(1) 記憶の機能	
(2) 側頭連合野の機能	
(3) ブローカ領域の文法機能	
<b>第五章 「手書き」と「タイピング書字」における左前頭葉の           化—NIRSを用いた脳機能解析—</b>	<b>血流量変</b>
第1節 実験の目的、方法、タスクの検討	128
(1) 実験の目的と対象および先行研究	
(2) 実験の方法	
a.対象	
b.計測方法	
c.検査課題	
(3) 解析	
a.質問票の集計	
b. NIRS データの算出	
c.各 channel における手書きとタイピングの血流量の比較解析	
d. 左前頭葉と右前頭葉における手書きとタイピングの血流量の比較解析	
e. 加速度センサによる手の運動量の解析	
第2節 実験の結果	147
(1) 各 channel における手書きとタイピングの比較結果	
(2) 左前頭葉全体における手書きとタイピングの比較結果	
(3) 右前頭葉全体における手書きとタイピングの比較結果	
(4) 左前頭葉全体と右前頭葉全体における手書きとタイピングの比較結果	
(5) 加速度センサによる手の運動量の解析結果	
(6) 実験の考察	
第3節 実験の結果が手書き教育に示唆すること	158
<b>第III部</b>	
<b>第六章 高次脳機能の発達に資する教育としての書写書道教育の可能性           と課題</b>	

第1節 「書写書道教育」の再定義	161
—高次脳機能における「書く」ことの位置づけ—	
第2節 手本の模写や古典臨書中心の書教育の再検証	163
第3節 脳の発達段階や年齢に応じた課題の設定について	165
第4節 技量上達の過程における指導の考察	170
(1) 示範の意義	
(2) 書き込みと添削指導	
第5節 学校教育課程における書写書道教育の位置づけ	172
第6節 生涯教育における書写書道の位置づけ	175
第7節 書写書道教育における発展的な学習の模索	178
(1) ディスレクシア（読み書き障害）を含めた手書き教育	
(2) 左利き書字に向けた手書き教育	
(3) 鏡文字について —文字の発達史からの考察—	
(4) 情報通信機器が氾濫する現代における手書き教育の意義について	
<b>終章 研究の成果と課題</b>	
第1節 成果	218
第2節 課題	219
注	
引用・参考文献	

## 序章

古来、書写書道教育と「人間形成」との関連を示唆する文献は多く見られるが、戦後の国語教育の分野において「書写書道教育」は、「技能習得」という側面が強調され、「人間形成」の側面は旧態依然の精神論として捉えられてきた。情報通信機器が発達し、手書きの規範技能的側面が社会生活においてほぼ情報機器に代替されてしまった現代にあっても、手書き教育に求められる大勢は「正しく整えて書く」技能を身に付けることであり、個性、創造性、感性などをキーワードとする理念再構築の提案は散見されるものの、技能中心の教育の在り方を再検討しようとする動きはほとんど見られない。時代にそぐわない技能中心主義の書写書道教育の理念の再構築を図ろうとする点に本研究の意義がある。

また、日本語のタイピングは、それまでの手書き教育の目指すところである「速く」「正確に」「読み易く」といった要素を誰もが簡単に出来ることを可能にした。その一方で、タイピングに偏る書字活動が人間の心身、発達、思考などにどのような影響を及ぼすかに関する検討は十分に行われておらず、手書きする煩わしさからの解放といった点から無批判に社会に浸透している現状がある。

本論では脳科学に着目し「高次脳機能の発達に資する手書き教育」という視点の位置づけを書写書道教育の中で明瞭にするために、次のように目的を設定した。

①手書き教育の変遷を脳科学の知見から解釈する。

②脳科学の知見からの手書き機能の検証及び NIRS を用いた実験を通して、手書きとタイピングの違いが手書き教育において何を意味するかを明らかにする。

③高次脳機能の発達に資する教育としての書写書道教育の可能性を検討する。

なお、本研究においては、「人間形成」という概念を、近代教育学の源流であるコメニウス以降、ルソー、ペスタロッチー、フレーベルなどがそれぞれの教育観のもとに追究してきた「教育による理想的な人間像の形成」の文脈に位置づけて考察はしない。本研究では、高いレベルの精神的機能が集中する前頭葉の発達が「人間形成」には重要であるという脳科学の視点に立って、「人間形成」に資する書写書道教育、広く手書きの教育の在り方を考察する。

## 第一章 脳機能からみた手書き教育の変遷

人類が文字を発明する以前、自然の中の動物として人が生きていくために文字は必要ではなかった。他の動物とは異なり、教育を受ければ文字を使いこなせる脳を所有していたにもかかわらず何十万年の間、人は文字を使うことはなかった。人が生きる上で直接関係なく、修得に大きな負担のかかる「文字を使いこなす能力」の獲得には、それを強いる「教育者」が介在しなくてはならない。大きな負荷をかけてでも得るべき能力として文字の読み書きを修得させること、ここに強いて勉めるといった、人が生きていくための自然発生的ではない「手書きの教育」が存在す

ることになる。本章では人類が手書きを始める時からタイピング書字の出現までを概観し、本論における「手書き教育」の定義を行った。

まず、手書き教育とは何かについて人類が文字を使用し始めてから今日までを概観した。次に、書体の変遷について脳機能の視点からの検証を行った。また、書字言語体系の違いについて脳機能の視点から検証を行った

## **第二章 手書き教育の理念の変遷と今日的課題**

「手書き」がいかに教育されてきたのかについては、時代背景による教育の内容、方法の視点から①実用性の視点 ②「読む」環境の視点、の二側面に注目し以下のとおり時代を区分けした。

1、古代から中世 2、江戸時代 3、明治から終戦 4、戦後から2000年頃 5、2000年以降

以上の視点、及び時代区分から手書き教育の今日的課題を明らかにする試みを行った。

その上で、今日の学校教育における手書き教育の理念の限界について

a、幼年・小学校 b、中学校 c、高等学校 d、大学及び教員養成

の四側面から検討を行った。

記録や伝達といった文字の役割以外に社会が手書き教育に求めているものは「集中する力」「尊徳心」といった、いわば物理的に目に見えず、また知覚することのない人の高次な能力に関わる点である。高次脳機能の発達という視点から手書き教育を捉える学際的な研究が社会から求められている。

## **第三章 手書き教育における「人間形成」という視点と脳科学**

戦後の国語教育の分野において「書写書道教育」は、文字を「速く」や「整えて」「読み易く」などといった「技能習得」という側面のみがその目的とされてきた。しかしながら古来～戦前の文献には書写書道教育と「人品の陶冶」、すなわち「人間形成」との関連を示唆するものも多い。また、書いた人の心がその筆跡に現れるという記述も多く見られた。本節ではこうした書写書道教育における「人間形成」についての文献について考察を行った。

また、手書きに関する脳科学のこれまでの研究成果と課題について検証した。に人体に物理的な影響を与えない非侵襲性の脳機能測定機器の発達により、脳に損傷を受けて初めて分かる脳の機能という研究手法から、健常者を含め、人間の脳の活動の研究が著しく進んだ。こうした成果は今後も治療や教育に大きな影響を与えると考えられる。本論ではこのような機器によって明らかにされる結果について、特に「書字」と「人間形成」に焦点を当て両者の関係について明らかにした。

## 第四章 手書きの機能の検証—「手書き」と「タイピング書字」の比較から—

文字を書くことのみが出来なくなる病態は純粹失書の状態である。頭頂葉や前頭葉に局所的な脳損傷があると、話し言葉の理解も出来、話して読むことも出来るが、こうした局所的な脳損傷でも「書く」ことが困難となる。シェドゥリュらは、書字は最も高次に統合された機能であり、軽度の注意障害で容易に書字障害が引き起こされると指摘している。純粹失書には実に様々な脳の障害の要素が確認されており、シェドゥリュらの主張する全般性脳機能の低下のみに純粹失書の原因を帰することは出来ないであろう。いずれにせよ「書字」という行為には脳の様々な領域が関わっていることが、これらの研究から示唆される。

また、2000年以降急速に進む日本語のタイピング化の普及と、非侵襲性の脳機能観察機器の発達により「手書き」と「タイピング書字」の脳内ネットワークが大きく異なることが解き明かされ始めている。本章では「手書き」と「タイピング書字」の脳内ネットワークについて下記の五つの側面から検証を行った(1) 体性感覚(2) 空間構築の機能(3) 手指の巧緻な運動(4) イントネーション性(リズム感)の機能(5) 記憶、語彙、文法の機能。

## 第五章 「手書き」と「タイピング」における左前頭葉の血流量変化

### —NIRSを用いた脳機能解析—

近赤外分光法(NIRS)を用いて Broca 野周辺および Exner 中枢周辺を含む左右前頭葉において「手書き」と「タイピング」による脳血流量変化の比較検討を行った。脳血流計測には右利き健康者30名が参加した。課題は「写字」「絵の説明」「自発書字」の各課題で行った。NIRS計測により、左前頭葉領域において「タイピング」よりも「手書き」の際の血流量増加が「写字」「絵の説明」「自発書字」のすべての課題で有意に大きいという結果が得られた。左右前頭葉の比較では「絵の説明」「自発書字」において右前頭葉よりも左前頭葉の血流量増加が有意に大きいという結果が得られた。手の運動量と前頭葉における血流量の変動には相関は認められなかった。したがって、「タイピング」に比べ「手書き」の方が左前頭葉の活動への関与が大きいことが示唆された。

この結果を受けて、左前頭葉の活動の有意な差異は、次のように「人間形成」に関係してくることが示唆された。

- ・通常優位半球にある左前頭葉が思考、自発性、感情、性格、理性など、人間ならではの高次脳機能と関係する領域であること。
- ・その左前頭葉の血流量が「手書き」で増加したということは、人間ならではの高次脳機能の活性化に「手書き」が関わっているということ。

左前頭葉の血流量が増加した理由としては、「手書き」が「タイピング」と比べ、前頭葉のより広範な神経ネットワークを動員している可能性、「手書き」の空間構築要素の多様性、把持圧



や筆圧の微調整なども含めた巧緻な手指運動、そして言語活動といった脳の複雑な機能を統合的に必要とする並列的な処理過程に左前頭葉が反応した可能性などが考えられ、公教育としての書写書道教育の現行の指導内容や指導方法のデザインに示唆的であった。

## **第六章 高次脳機能の発達に資する教育としての書写書道教育の可能性と課題**

前章までに述べてきたように、脳科学の視点から手書き教育を捉えた場合、人の高次脳機能を発達させる可能性が示唆された。こうした高次脳機能の発達という視点から書写書道教育を捉え直し、書写書道教育はいかにあるべきかについて以下のように論じた。

- (1) 「書写書道教育」の再定義—高次脳機能における「書く」ことの位置づけ—
- (2) 手本の模写や古典臨書中心の書教育の再検証
- (3) 脳の発達や年齢に応じた課題の設定
- (4) 技量上達の過程における指導の考察
- (5) 学校教育課程における書写書道教育の位置づけ
- (6) 生涯教育における書写書道の位置づけ

高次脳機能の発達に資する教育として書写書道教育を位置づけ、「書写書道教育」の再定義を行った。「書く」ことは記録し、伝達をする手段で—こうじのうある。これにより人類の英知は時間と空間を超えて伝播し、文明が発達していった。「書く」という行為はタイピングで「書く」ことも「記録」「伝達」を行う手段として同義で用いられている。しかしながら手書きで「書く」と、タイピングで「書く」ことは脳の活動として異なる活動であり、特に教育の場面では、「書く」という行為について、この二者の別を明らかにしなくてはならない。高次脳機能の発達に資する書写書道教育は、脳の高度な並列処理を指向するこれからの未来の教育である。技能習得のみに焦点を合わせた従前の書写書道教育とは、その目的、内容、指導法すべてが異なってくる。

また、ディスレクシア（読み書き障害）、左利き書字、鏡文字といった実際に直面する課題についての対応を検討するとともに情報通信機器が氾濫する現代における手書き教育の意義について考察した。

## **終章 研究の成果と課題**

本研究の成果は次の3点である。

- (1) 書写書道教育を広く手書き教育と捉えて歴史的に辿り、人間形成ないし高次脳機能と手書き、手書き教育に関する文献や教育実践について、脳科学的な視点から解釈することができた。また、書写書道教育を歴史的に辿ると、経験則からではあるが、脳科学的視点から見ても人間形

成に資するような指導が行われており興味深かった。(目的① 手書き教育の変遷を脳科学の知見から解釈する。)

(2) 本研究では外界からは観察出来得ない脳の活動を NIRS という非侵襲性の脳活動測定機器を用い、その差異について統計学的手法をもって解析、証明した。経験則や表面に現出する事象としての脳の働きについてしか知り得なかった「文字を書く」ことについて脳の血流の供給量という具体的に数値化可能なデータを取得し、「書く」という言葉で一括りにされる「手書き」と「タイピング」で、左前頭葉の活動の有意な差異を明らかにした。また、手書き教育への示唆を得た。(目的② 脳科学の知見からの手書き機能の検証及び NIRS を用いた実験を通して、手書きとタイピングの違いが手書き教育において何を意味するかを明らかにする。)

(3) 脳科学的視点から見て人間形成に資するようなこれまでの指導を確認し、これに筆者の 30 余年に亘る経験や指導実践を加味することにより、新しい理念の下での書写書道教育について具体的な提案を行うことができた。また、教育における重要な柱である人間形成を司る前頭葉の活動が、手書きとタイピングによって異なるという事実から、手書き教育の意義を、その形を正しく整えて書くという技能面の捉えから、人間の高次な機能の獲得へと移行させていく可能性を見出すことができた。(目的③ 高次脳機能の発達に資する教育としての書写書道教育の可能性を検討する。)

書字の脳科学に関する研究はその緒についたばかりであり、書写書道教育に長年携わる者でさえ、その基礎的知識さえ持ち得ていない場合が多い。学習指導要領にも手書き教育におけるヒトの高次脳機能への影響についての記述は現在見えない。資源の乏しい我が国は、その高次脳機能で豊かな国を築いてきた。この 30 年の日本の経済、社会の低迷の原因については諸説ある。教育は社会を支える重要な礎である。日本が手書きをし始めた頃から、それは世界史に刻まれるような創造的な業績を達成してきた。日本語を手書きすることの意味について自覚することは出来ない。脳はそれ自体、外界から見えず、また知覚もないからである。本研究が社会で共有され、脳科学的な視点を以て教育が行われることを祈念したい。

## 主要く引用・参考文献 > 和文

\*編著者 50 音順

1. 石合純夫 (2016) 『高次脳機能障害学』医歯薬出版
2. 岩田誠 (1994) 『脳とコミュニケーション』朝倉書店
3. 岩田誠 (1996) 『脳と言葉一言語の神経機構』共立出版
4. 大石学 (2017) 『江戸の教育力』東京学芸大学出版会
5. 大村はま (2003) 『教師大村はま 96 歳の仕事』小学館
6. 奥山錦洞 (1953) 『日本書道教育史』藤森書店

7. 荻原満里子 (2002) 『脳のメモ帳 ワーキングメモリー』新曜社
8. 長田新 (1934) 『ペスタロッチー教育學』岩波書店
9. L. K. オブラー, K. ジュアロー, 若林茂則監訳 (2002) 『言語と脳—神経言語学入門』新曜社
10. 加藤醇子(2016) 『ディスレクシア入門—「読み書きのLD」の子どもたちを支援する』日本評論社
11. 久保田競(1982) 『手と脳』紀伊國屋書店
12. 久保田競(2001) 『脳の発達と子どものからだ』築地書館
13. 毛束真知子 (2009) 「仮名の障害から分かる書字中枢のもう一つの役割」『言語』Vol. 38・No. 4 大修館書店
14. 河内十郎 (2013) 『神経心理学 高次脳機能研究の現状と問題点』培風館
15. 酒田英夫 (2006) 『頭頂葉<神経心理コレクション>』医学書院
16. 酒谷薫 (2012) 『NIRS—基礎と臨床—』新典医学出版
17. 櫻井芳雄 (2002) 『考える細胞 ニューロン』講談社
18. 佐藤学(2021) 『第四次産業革命と教育の未来—ポストコロナ時代の ICT 教育』岩波書店
19. サリー・シェイウィッツ (2006) 藤田あきよ訳『読み書き障害 (ディスレクシア) のすべて』PHP 研究所
20. ジョルジュ・ジャン (矢島文夫訳) (1990) 『文字の歴史』創元社
21. 杉下守弘 (1998) 『言語と脳』紀伊國屋書店
22. 杉山勇人 (2016) 『1930-50 年代の国語教育学における書字教育の位置づけとその理論』書写書道教育研究
23. 鈴木敦命(2010) ミラーニューロン(Mirror neuron)知能と情報 22(1)
24. 鈴木貴史 (2016) 『明治 20 年代の「習字」における言語的実用性の再評価—手本における字形と字義の関係に着目して』書写書道教育研究第 31 号
25. 鈴木貴史 (2017) 『戦後における芸能科「習字」批判の再検討—毛筆書字教育に対する「型」批判に注目して—』書写書道教育研究
26. 砂川融 (2020) 『手に映る脳、脳を宿す手—手の脳科学 16 章』医学書院
27. 高鶴裕介, 鯉淵典之, 鍋倉淳一 (2012) 「局所脳梗塞後の機能回復に関わる神経回路再編のメカニズム」『群馬医学』96 号
28. 田邊萬平 (1970) 『書学捷要』日本習字普及協会
29. チャールズ・バル, 岡本保訳 (2005) 『手<神経心理コレクション>』医学書院
30. 野地潤家編 (1976) 『国語教育史資料』第 1 巻 東京法令
31. 橋田浩一, 大津由紀雄, 田窪行則, 杉下守弘 (1995) 『認知科学 7 言語』岩波書店
32. 福田正人 (2017) 『光トポグラフィー検査ガイドブック』中山書店

33. マーガレット・J・スノウリング, 加藤醇子, 宇野彰監訳, 紅葉誠一訳 (2008) 『ディスレクシア 読み書きLD-親と専門家のためのガイド』 東京書籍
34. 松田毅一, E・ヨリッセン (1989) 『フロイスの日本覚書』 中央公論社
35. 蓑毛政雄 『大正・昭和初期の硬筆指導』 (1999) 書写書道教育研究第13号
36. Penelope S. Myers, 宮森孝史監訳 (2007) 『右半球損傷—認知コミュニケーションの障害』 協同医学出版社
37. 諸橋轍次(2001) 『中国古典名言事典』 講談社
38. 森田咲子 (1989) 『大正期の硬筆「書キ方」教授に関する考察<1>—水戸部寅松の硬筆「書キ方」教授を中心に—』 書写書道教育研究第3号
39. 矢島文夫 (1995) 『人間と文字』 平凡社
40. 山田規敏子 (2004) 『壊れた脳 生存する知』 講談社
41. 山島重 (1993) 「失書」『精神科MOOK No. 29』 学樹書院
42. ルイ＝ジャン・カルヴェ (矢島文夫訳) (1998) 『文字の世界史』 河出書房新社

## 主要<引用・参考文献> 欧文

\* 編著者アルファベット順

1. Askvik, E. O., Weel, F. R., Meer, A. L. H. : The Importance of Cursive Handwriting Over Typewriting for Learning in the Classroom : A High-Density EEG Study of 12-Year-Old Children and Young Adults. *Front. Psychol.* doi. org/10.3389/fpsyg.2020
2. Baumann, A., Tödt, I., Knutzen, A., Gless, C. A., Granert, O., Wolff, S., Marquardt, C., Becktepe, J.S., Peters, S., Witt, K., et al. (2022) Neural correlates of executed compared to imagined writing and drawing movements: a functional magnetic resonance imaging study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 829576.
3. Beeson, P., Rapcsak, S., Plante, E., Chargualaf, J., Chung, A., Johnson, S., & Trouard, T. (2003) The neural substrates of writing: A functional magnetic resonance imaging study. *Aphasiology*, 17(6-7), 647-665
4. Chedru, F., Geschwind, N.: Writing disturbances in acute confusional states. *Neuro-psychologia*, 10 : 343-353, 1972.
5. Gordon, A. M., Lee, J. H., Flament, D., Ugurbil, K., & Ebner, T. J. (1998) Functional magnetic resonance imaging of motor, sensory, and posterior parietal cortical areas during performance of sequential typing movements. *Experimental Brain Research*, 121, 153-166.
6. Hécaen, H., Albert, M.L.: *Human Neuropsychology*, John Wiley and Sons, New York, 1978.
7. Higashiyama, Y., Takeda, K., Someya, Y., Kuroiwa, Y., & Tanaka, F. (2015) The neural basis of typewriting: A functional MRI study. *PloS one*, 10(7), e0134131.

8. Horowitz, S. G., Gallea, C., Najee-ullah, M. A., & Hallett, M. (2013) Functional anatomy of writing with the dominant hand. *PloS one*, 8(7), e67931.
9. Karimpoor, M., Churchill, N. W., Tam, F., Fischer, C. E., Schweizer, T. A., & Graham, S. J. (2018) Functional MRI of handwriting tasks: A study of healthy young adults interacting with a novel touch-sensitive tablet. *Frontiers in human neuroscience*, 12, 30.
10. Oldfield, R. C. (1971) The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
11. Ose Askvik, E., Van der Weel, F. R., & van der Meer, A. L. (2020) The importance of cursive handwriting over typewriting for learning in the classroom: A high-density EEG study of 12-year-old children and young adults. *Frontiers in Psychology*, 11, 1810.
12. Planton, S., Jucla, M., Roux, F. E., & Démonet, J. F. (2013) The “handwriting brain”: a meta-analysis of neuroimaging studies of motor versus orthographic processes. *Cortex*, 49(10), 2772-2787.
13. Planton, S., Longcamp, M., Péran, P., Démonet, J. F., & Jucla, M. (2017) How specialized are writing-specific brain regions? An fMRI study of writing, drawing and oral spelling. *Cortex*, 88, 66-80.
14. Potgieser, A. R., van der Hoorn, A., & de Jong, B. M. (2015) Cerebral activations related to writing and drawing with each hand. *PloS one*, 10(5), e0126723.
15. Purcell, J. J., Napoliello, E. M., & Eden, G. F. (2011a) A combined fMRI study of typed spelling and reading. *Neuroimage*, 55(2), 750-762.
16. Purcell, J. J., Turkeltaub, P. E., Eden, G. F., & Rapp, B. (2011b) Examining the central and peripheral processes of written word production through meta-analysis. *Frontiers in psychology*, 2, 239.
17. Purcell, J. J., Jiang, X., & Eden, G. F. (2017) Shared orthographic neuronal representations for spelling and reading. *Neuroimage*, 147, 554-567.
18. R. F. Kay, M. Cartmill and M. Balow(1998), “The hypoglossal canal and the origin of human vocal behavior” 5417-5419 *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*, 95.
19. Yamamoto, T., Yamashita, Y., Yoshizawa, H., Maki, A., Iwata, M., Watanabe, E., & Koizumi, H. (1999) Noninvasive measurement of language function by using optical topography. In *Optical Tomography and Spectroscopy of Tissue III* (Vol. 3597, pp. 230-237). SPIE