

<学術論文>

## 利き手・非利き手の違いによる書字活動時での脳血液動態の差異 —「ウェアラブル光トポグラフィ」を用いたデータ蓄積—

小林比出代 信州大学学術研究院教育学系言語教育グループ

キーワード：左利き，利き手，非利き手，書字教育，NIRS

### 1. はじめに

本研究における「利き手」及び「左利き」の定義は、その論考意図に鑑みて「書字する際、どちらの手を優先的に使用するか、ということのみに限定して利き手を決定」し、「書字する際、左手を優先的に使用する場合を左利きとする」との橋本の定義<sup>1</sup>を用いる。なお、本論考での実験に関しては、右手で書字する者を「右利き書字者」、左手で書字する者を「左利き書字者」と表記する。

現在、書写教育の分野において、左利きに関する研究が充実しているとは言い難い。これまで、本分野において、非利き手で書字させる指導の是非や左利きのための書字指導に関して検討し研究を重ねる機会は乏しかった。その要因として、左利きの書字及びその教育に関する研究を、単に目の前にある手もしくは書字行為だけの問題としては捉えることができない点や、対象者の数が限られる上にその実態が多種多様とされるためデータがとりにくい点等が挙げられる。平成 29 年告示学習指導要領においても、左利きの書字及びその指導に関する事項については触れられておらず、保護者や指導者からの、左利きの児童生徒の書字指導に関する疑問や不安は後を絶たない。

本論考では、脳生理学による科学的な研究手法を導入するのは萌芽の段階にある書写書道教育研究において、医学（生物学・生理学）や心理学の分野での先行研究<sup>2</sup>から明らかにされた左利きの脳機能や認知機能に基づき、臨床生理学的な見地から左利き者の書字活動について臨床実験的に検証することを試みる。該当実験から得られるデータは、書字教育ひいては左利き者の書字教育に関する有用な論証材料になると推察する。

小林(2017)<sup>3</sup>によると、右利き書字者が右手で文字(=平仮名五十音、以下同じ)を書く場合と左手で文字を書く場合、及び左利き書字者が左手で文字を書く場合と右手で文字を書く場合では、利き手の別を問わず、各人の利き手で文字を書いた時の方が、右側頭部及び左側頭部の賦活が大きいこと、ただし、前頭部については、非利き手で書いている時の方が酸素化ヘモグロビンが高くなることが明らかになった。

しかし、当該研究でのデータは限られた人数によるものであり、その実験結果については断定できない。さらには、利き手の違いによる新たな動作ないしは学習の獲得に関する実験において、その被験者は、本来であれば、文字学習入門期の段階にある、初めて文字を書く子どもたちであることが望ましいが、現実問題としては難しい。

本論考では、左利き者の書字活動に関する検討の先に、左利き者の書字教育の場面を想定し、仮に大学生を暫定的な被験者として実験を行う。その際、次の2点を課題とする。

○NIRSによる脳活動でのヘモグロビン濃度を、前額部の計測専用開発された携帯型光トポグラフィ装置で測定し、実験データを蓄積する。

○本実験の考察に必要な分析視点を整理する。

本論考の試みを、利き手及び左利き者の書字に関し多角的に研究を行うための一助と意義づけたい。

## 2. 実験の概要

### 2.1 NIRS (near - infrared spectroscopy : 近赤外分光法) による測定の方法<sup>4</sup>

頭部は、外側から内側に向かって順番に、頭皮→頭蓋骨→硬膜→大脳皮質の層状構造を成している。近赤外光が頭皮の上から届くのは20mm程度<sup>5</sup>で、これは大脳皮質の辺りになる。大脳皮質には全ての感覚情報が送られ、認知、記憶される。また、大脳皮質は思考の場にもあたり、行動の計画や発動等を行う運動機能の最高中枢とされる<sup>6</sup>。

大脳皮質は、大きく4つの領域＝「葉」(前頭葉、側頭葉、頭頂葉、後頭葉)に分けられる<sup>7</sup>。前頭葉には行為や行動、記憶、言語等に関わる機能があり、その前方に高次機能を司る前頭前野を含む<sup>8</sup>。前頭部中段辺りの部位「前頭前皮質」は最も高次の脳機能に関与すると考えられ、覚醒時に強く活動する部位「背外側前頭前皮質」を含む。背外側前頭前皮質は全認識活動に関与し、あらゆる種類の意識的な学習に必須な部位とされる<sup>9</sup>。

本論考では、NIRSを用いて大脳皮質での血流量の変化を計測する。ただし、活動に伴っての大脳皮質の細かな部位の特定は行わないこととする。

### 2.2 本実験に使用した光トポグラフィ装置の仕様

光トポグラフィでは、脳活動に伴う大脳皮質上の血流量変化の分布を図表やグラフにより表示できる。本論考では、携帯型光トポグラフィの利点に鑑み、日立とHKDEが開発した「ウェアラブル光トポグラフィ」シリーズの「WOT-100」(図1)を使用する。「WOT-100」の特長を日立製作所のホームページ(2019年1月28日閲覧)を参考にまとめる。



図1 ウェアラブル光トポグラフィ  
WOT-100

(※測定時の姿勢は椅子座位)

○前額部の計測専用用いるため開発された携帯型光トポグラフィ(NIRS)である。

○製品本体が小型・軽量化されており、日常生活の脳活動の把握や研究に活用できる。

○計測箇所を10チャンネルに絞ったため、より日常に近い状況でより手軽に脳活動を計測できる。

### 2.3 被験者

本実験での被験者は、右利き書字者である大学生4名(男性2名 女性2名)、左利き書字者である大学生5名(男性2名 女性3名)とした(年齢は20~23歳)。参考資料として、

## 利き手・非利き手の違いによる書字活動時での脳血液動態の差異

ラテラリティ係数 (Laterality Quotient. 以下「LQ」)<sup>10</sup>から判断した本論考での被験者の利き手を表1の④に示す。なお、研究倫理の一環として、被験者には実験概要や計測装置、その安全性について事前に説明を行い、研究参加と研究結果の公表について文書で同意を得た上で実験を行った。

表1 ウェアラブル光トポグラフィ WOT-100 での被験者 (「Rr」=右利き書字者「Ll」=左利き書字者)

	年齢	性別	①	②	③	④	順手逆手	備考	グラフ No.
Rr 1	21	女	100	13	10	右利き	順手	いない	1
Rr 2	21	男	88.8	13	10	右利き	順手	いない	2
Rr 3	20	男	100	13	10	右利き	順手	いない	3
Rr 4	21	女	100	19	6	両手利き(書字は右利き)	順手	いない	7
Ll 1	22	女	-76	34	-6	左利き	逆手	姉	4
Ll 2	21	女	-88.8	38	-4	左利き	順手	いない	5
Ll 3	23	男	-100	37	-10	左利き	順手	いない	6
Ll 4	20	男	11.1	22	5	両手利き(書字は左利き)	順手	いない	8
Ll 5	21	女	-100	39	-8	左利き	順手	いない	9

※① : Edinburgh Handedness Inventory

判定基準 : ラテラリティ係数 (Laterality Quotient :LQ)

$$LQ = \{(\text{右手の+の数}) - (\text{左手の+の数})\} \div \{(\text{右手の+の数}) + (\text{左手の+の数})\}$$

左きき : LQ < 0, 右きき : LQ > 0

R.C. Oldfield (1971): The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory.

*Neuropsychologia*, 8 (1)

② : Chapman

判定 : 合計得点 {右手=1,両方=2,左手=3} 左きき : 33-39, 右きき : 13-17, 両きき : 18-32

Loren J. Chapman and Jean P. Chapman (1987) :

The measurement of handedness. *Brain and Cognition*, 6 (2)

③ : H.N.きき手テスト

判定 : 合計得点 {左手=-1, 両方=0, 右手=1}

左きき : -4以下, 右きき : +8以上, 両きき : -4~+7

八田武志 (1975) 「きき手に関する研究 —きき手と

Manual Activity の関係について—」『適正研究』, pp. 1-13.

④ : ①~③をふまえての評価 (利き手)

備考 : 2親等以内の家族に左利き者がいるか

J. Levy and M. Reid,:

Variations in  
Writing Posture  
and Cerebral  
Organization,  
*Science*, 194,

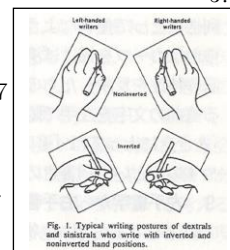


図2 順手(上段)と逆手(下段) (1976), p.337

## 2.4 実験タスク

本論考での「WOT-100」による実験では、鉛筆で平仮名五十音を書くタスクを課した。仮に漢字もしくは文章を課した場合、その内容からイメージが起こったり感情が関わったりする可能性が想定され、当該実験では、書写することに特化した単純作業の方がよいと考えたためである。計測ブロックは表2のようにデザインした。計測の直後には、本実験における心理的な作用を量るために設けた質問(「表3」参照)に回答してもらった。なお、本論考での実験は2018年11月～2019年1月に実施した。

表2 計測ブロックのデザイン

前レスト(10秒) → タスク I : 利き手で「あ」から平仮名五十音を書く(120秒) → レスト(30秒)  
 → タスク II : 非利き手で平仮名五十音の続きを書く(120秒) → レスト(30秒) → タスク I (120秒)  
 → レスト(30秒) → タスク II (120秒) → 後レスト(30秒)

## 2.5 「ウェアラブル光トポグラフィ」による解析

光トポグラフィで計測できるのは、酸素化ヘモグロビン(以下「oxy-Hb」)、脱酸素化ヘモグロビン(以下「deoxy-Hb」)、総ヘモグロビン(以下「total-Hb」)である。その中で、タスクに伴う脳血流の変化をより反映するのは oxy-Hb である<sup>11</sup>。よって、本論考では oxy-Hb を用いて解析する。計測データは基準状態(レスト)から相対的に変化した量に対応しており絶対値ではない。単位はヘモグロビン濃度(mM)に光路長(mm)を乗じたミリモラ・ミリメートル(以下「mM・mm」)である。解析の前処理としてデータのベースライン補正<sup>12</sup>を行った。被験者全員10チャンネルで構成し、その平均値を用いた。

## 3. 「ウェアラブル光トポグラフィ」による実験結果

前額部についてタスク I (利き手での課題)とタスク II (非利き手での課題)での oxy-Hb を比較する。タスク I 及び II の oxy-Hb の変化(=各タスクともに1回目と2回目を加算平均処理した結果)を時間軸に沿ってグラフ化する。グラフの縦軸は oxy-Hb の濃度(mM・mm)、横軸は時間(秒(second))を、折れ線は、実線が利き手、破線が非利き手を示す。当該グラフの提示にあたり、各被験者の利き手に関しては、それぞれが書字する際に使用する手のみならず、表1に示した、LQ から判断した各被験者の利き手を( )内に加筆する形での補足説明を添えて表記する。

- グラフ1(=図3)～3(=図5) : 右利き書字者(LQも「右利き」)  
 グラフ4(=図6)～6(=図8) : 左利き書字者(LQも「左利き」)  
 グラフ7(=図9) : 右利き書字者(LQは「両手利き」)  
 グラフ8(=図10) : 左利き書字者(LQは「両手利き」)  
 グラフ9(=図11) : 左利き書字者で毛筆のみ常時右手(LQは「左利き」)

利き手・非利き手の違いによる書字活動時での脳血液動態の差異

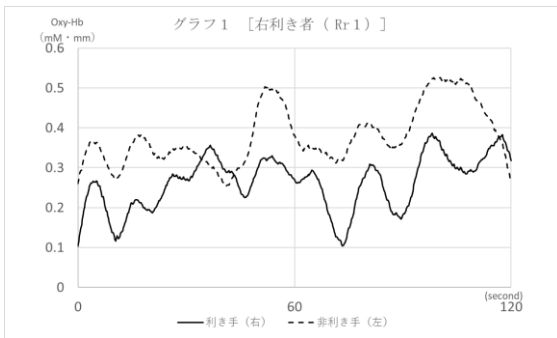


図3 右利き書字者 Rr1 (LQも「右利き」)

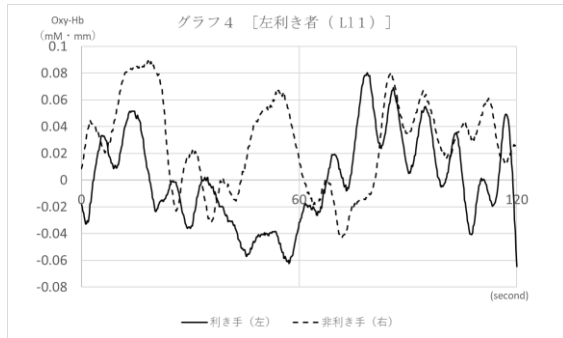


図6 左利き書字者 Ll1 (LQも「左利き」)

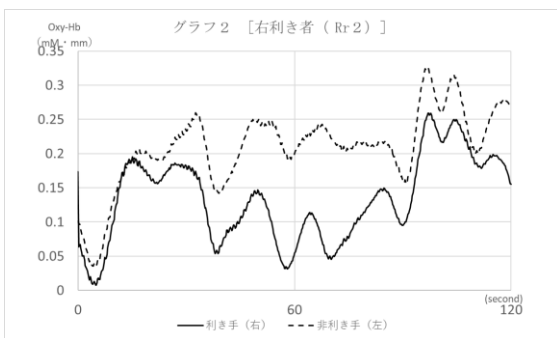


図4 右利き書字者 Rr2 (LQも「右利き」)

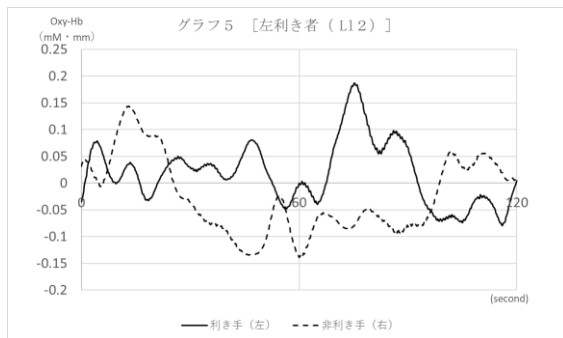


図7 左利き書字者 Ll2 (LQも「左利き」)

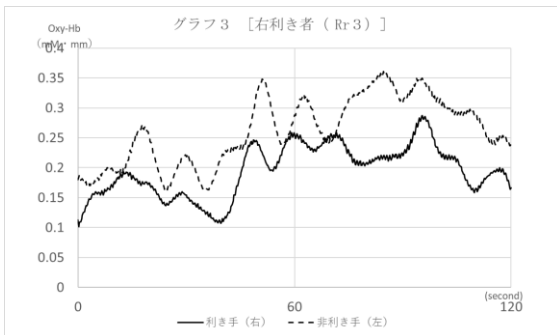


図5 右利き書字者 Rr3 (LQも「右利き」)

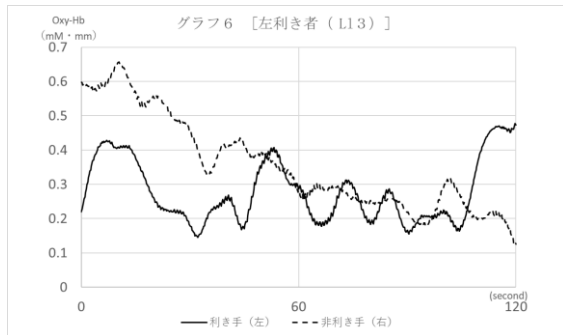


図8 左利き書字者 Ll3 (LQも「左利き」)

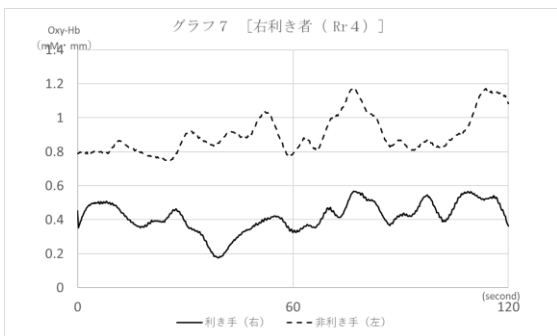


図9 右利き書字者 Rr4 (LQは「両手利き」)  
[本論考の定義によると「右利き」=書字は右手]

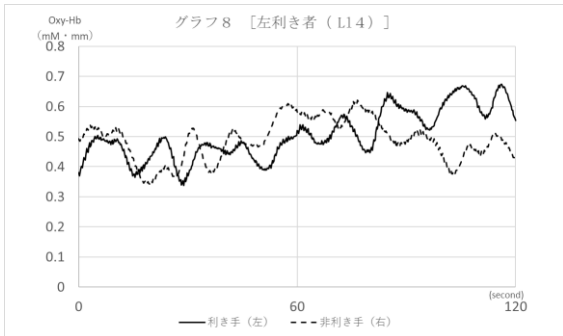


図10 左利き書字者 Ll4 (LQは「両手利き」)  
[本論考の定義によると「左利き」=書字は左手]

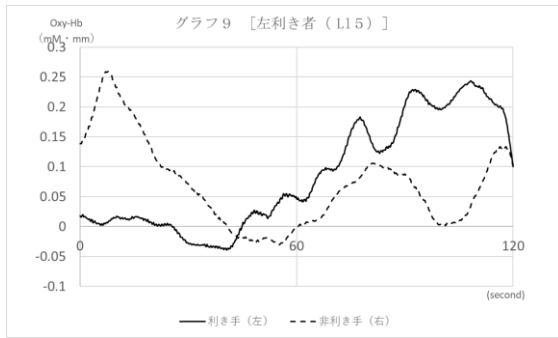


図 11 左利き書字者 L15 (LQ も「左利き」)  
[左利き書字者で毛筆のみ常時右手]

表 3 各被験者が書字した文字数(単位：字)と「書きやすさ」

	「利き手 1 回目」 タスク I	「非利き手 1 回目」 タスク II	「利き手 2 回目」 タスク I	「非利き手 2 回目」 タスク II	利き手平均	非利き手平均 (割合)	全体平均	「書きやすさ」
グラフ 1 Rr 1	34	19	39	21	36.5	20 (0.55)	28.25	1
グラフ 2 Rr 2	65	34	54	33	59.5	33.5 (0.56)	46.5	1
グラフ 3 Rr 3	89	24	49	25	69	24.5 (0.36)	46.75	1
グラフ 4 Ll 1	75	37	65	42	70	39.5 (0.56)	54.75	1
グラフ 5 Ll 2	111	36	69	42	90	39 (0.43)	64.5	1
グラフ 6 Ll 3	82	37	87	44	84.5	40.5 (0.48)	62.5	1
グラフ 7 Rr 4	97	52	101	54	99	53 (0.54)	76	3
グラフ 8 Ll 4	74	38	64	41	69	39.5 (0.57)	54.25	4
グラフ 9 Ll 5	36	26	42	30	39	28 (0.72)	33.5	2

※表 3 における「書きやすさ」

＝本実験における心理的作用を量るために設けた質問項目。

利き手で五十音を書いた時の書きやすさを五段階表示で「5」とした場合に、非利き手で書いた時はどのように感じたか、全タスク完了後、次の五段階で示すように求めた回答の結果。

- 1：書きにくい
- 2：やや書きにくい(どちらかと言えば書きにくい)
- 3：普通
- 4：やや書きやすい(どちらかと言えば書きやすい)
- 5：書きやすい

## 利き手・非利き手の違いによる書字活動時での脳血液動態の差異

脳機能での重要な部位を持つ前頭部において、右利き書字者かつ LQ も「右利き」である Rr 1～Rr 3 の場合、**グラフ 1～3** から、全体的に oxy-Hb が高まるのは非利き手で書いている時であることがわかる。この結果は、**グラフ 7** から、右利き書字者だが LQ は「両手利き」の Rr 4 も同様であるといえる。これらの結果から、右利き書字者の場合、書字活動（本実験では平仮名五十音を書く＝書写することに特化した単純作業）において、非利き手で行っている際に前頭部の脳活動は活性化すると可能性が示唆される。

さらには、表 3 から、右利き書字者が非利き手で書字した文字数の割合は利き手での場合の約 36～56% であること、また、右利き書字者全員が非利き手での書字を「書きにくい」と感じていることがわかる。ただし、右利き書字者だが LQ は「両手利き」の Rr 4 のみ書きやすさを「普通」と回答している。書字数は右利き者のデータと同率の 54% である。

右利き者に関する結果に対して、**グラフ 4～6** から、左利き書字者かつ LQ も「左利き」である Ll 1～Ll 3 の場合は個体差が大きく、一様にデータ結果をまとめるのは難しいことがわかる。利き手と非利き手の度合いが各人によって異なることが、その差異として反映されているとも推察できる。左利き書字者の場合も右利き書字者の場合と同じく、前頭部において全体的に oxy-Hb が高まるのは非利き手で書いている時である傾向にはあるが、その具体的なデータには大きな個体差が存在する。このことは右利き書字者の場合と比較しても明らかである。

ただし、表 3 からは、左利き書字者が非利き手で書字した文字数の割合は利き手での場合の約 43～56% であること、また、左利き書字者全員が非利き手での書字を「書きにくい」と感じていることがわかり、この点においては右利き書字者の結果と同様である。その中において、左利き書字者だが LQ は「両手利き」の Ll 4 のみ、書字数の割合は 57% である一方、書きやすさの段階に関しては「やや書きやすい(どちらかと言えば書きやすい)」と回答している。また、**グラフ 8** からは、Ll 4 の、利き手での書字活動時と非利き手での書字活動時それぞれでの oxy-Hb の数値は僅差であり、かつ細かく何回も交差して oxy-Hb が高まる際の手が何度も入れ替わること、その上で、時間とともに、その差は僅かではあるが利き手で書いている時の方が oxy-Hb が高まることといった、他のグラフには見られない特徴を有することがわかる。

さらに、**グラフ 9** からは、毛筆のみ常時右手で扱う左利き書字者（LQ は「左利き」）である Ll 5 の場合、書字活動の前半では、右利き書字者で LQ も「右利き」の Rr 1～Rr 3 ないしは左利き書字者で LQ も「左利き」の Ll 1～Ll 3 と同じく、非利き手で書いている時に oxy-Hb が高まっているが、途中で交差した後、後半になる（時間が経過する）につれて、利き手で書いている時の方が oxy-Hb が高まっていることがわかる。すなわち、書字活動が進むに伴って、時間とともに慣れてきて、利き手で書字活動を行っている際に前頭部が活性化するようになると推察できる。これは、右利き書字者 Rr 1～Rr 3 には見られない結果であり、同じく左利き書字者 Ll 1～Ll 3 での結果とも異なるものである。また、表 3 からは、Ll 5 が非利き手で書字した文字数の割合は利き手で書字した場合の約 72% に

上り、他のどの被験者と比較してもかなり高い数値を示すことがわかる。しかし、書きやすさの段階は「やや書きにくい(どちらかと言えば書きにくい)」との回答になっている。加えて、L15からは、日頃の非利き手(=右手)による毛筆書字活動に関して、「自分にとって硬筆と毛筆は全くのベツモノである。連動しない。」「右手によって毛筆で文字を書く時は、文字を書いている感覚が殆どない。絵を描く感覚に似ている。」「自分、すなわち、毛筆のみ常時右手で扱う左利き者が右手で毛筆を扱っても、学習指導要領がねらう“毛筆を使用する書写の指導は硬筆による書写の能力の基礎を養う”形となって寄与しない」といった実感が寄せられている。

以上の考察から、本実験に関する分析に際して必要と考えられる視点を列挙する。

- 右利き書字者かつLQも「右利き」ないしは左利き書字者かつLQも「左利き」とされる被験者は、共通して、非利き手で書いている時に全体的にoxy-Hbが高まる。
- 右利き書字者のデータは特徴や傾向が近似する。
- 左利き書字者のデータには個々人の多様性が存在し、様々なパターンがある。
- 脳生理学の見地による実験では、書字に関しての分析でも、「右利き書字者」「左利き書字者」の二分類ではなく、LQが「右利き」「左利き」「両手利き」のいずれかを考慮する必要がある、かつ、LQで「両手利き」と判断された者がどちらの手で書字するかに基づく分類を要する。
- LQで「左利き」と判断され、実際に硬筆書字は左手で行うが、毛筆のみ常時右手で扱う左利き書字者について考慮する必要がある。

#### 4. まとめと今後の課題

前章での考察から、書字活動、本実験では平仮名五十音を書く、すなわち、書写することに特化した単純作業においては、右手左手の別ではなく、書字における非利き手で書字する際に前頭部の脳活動は活性化する、前頭部の賦活が大きくなると推察できる。

このような本論考での結果は、小林(2017)<sup>3</sup>において提示した、書字に関しては“利き手”“非利き手”との概念が不可欠であるとの推考を支持するものとなる。書字及びその指導においては、「右手」「左手」との捉え方ではなく、「利き手」「非利き手」との観念に基づいた認識が必至となる。

また、本論考での考察からは、LQにより「左利き」と判断され、実際に日常の硬筆による書字活動は左手で行うが、毛筆のみ常時右手で扱う左利き者が存在するとの実態があること、ひいては、当該者や書字活動全般にわたり右手で行うよう指導され止むを得ず変更した左利き者に関しては、本論考でL15が指摘する事柄から、非利き手による書字行為は文字の学習活動になっていないとの重大な問題が内在していることも明らかになった。

現在、日常の筆記活動には主に硬筆が用いられる。しかし、日本の文字は毛筆文化の中で育まれ発展したことに鑑み毛筆により書字することで、日本の文字に特有な「はね」「はらい」等の特徴が習得しやすい。これが日常の筆記具としての使用機会が減少した毛筆を



書写学習の学習用具として用いる一番の理由である。学習指導要領には「毛筆を使用する書写の指導は硬筆による書写の能力の基礎を養うよう指導」するよう明言されている。ところが、毛筆のみ右手で扱う左利き者にとって実状は大きく異なる。ここに左利き者の毛筆学習及びその指導はどのようになすべきかとの重要な課題が生じる。

本論考では、試みた実験及び考察に必要な分析視点を整理することに主眼を置いた。しかし、当該のデータも未だ限られた人数によるものであり、試論の域を出ない。本論考での実験結果に基づいて、その傾向を類推はできるものの、断定に至るには更なるデータの蓄積と多角的な分析を要する。

書写書道教育の領域において、脳生理学による科学的な手法を用いた研究は寡少である。本論考を書写教育の見地だけでは解明し難い、利き手及び左利き者の書字に関する研究を俯瞰的に進展させていくための一過程とし、本論考での実験方法や考察をふまえ、利き手に関し各人の脳機能が生きる書字活動とその課題について引き続き講究していきたい。

#### 謝 辞

本研究は JSPS 科研費 JP21K02488 の助成を受けたものである。

なお、NIRS 及び光トポグラフィ装置とその解析に関しては齊藤忠彦先生から、「ウェアラブル光トポグラフィ」の解析に関しては向山和男氏から多大なる御指導を賜りました。衷心より御礼申し上げます。また、本実験にご協力くださいました実験参加者の皆様方に深謝致します。

#### 主 要 参 考 文 献

- 1) R. C. Oldfield (1971): The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, 8 (1)
- 2) 八田武志「きき手に関する研究 一きき手と Manual Activity の関係について一」『適正研究』 1975
- 3) 大井学「利き手の発達と指導についての試論」『乳幼児保育研究』(京都大学乳幼児保育研究会編) 1976
- 4) 久保田競『手と脳 脳の働きを高める手』 紀伊國屋書店 1982
- 5) 坂野登『かくれた左利きと右脳』 青木書店 1982
- 6) Loren J. Chapman and Jean P. Chapman (1987): The measurement of handedness. *Brain and Cognition*, 6 (2)
- 7) 八田武志『左ききの神経心理学』 医歯薬出版株式会社 1996
- 8) 坂野登編『脳と教育 心理学的アプローチ』 朝倉書店 1997
- 9) 坂野登『しぐさでわかるあなたの「利き脳」 自分でも知らなかった脳の“性格”と“クセ”』 日本実業出版 1998
- 10) 伴貞彦「左利き者の言語中枢について(第一報) 一文献的考察一」『神戸市看護大学短

- 期大学部紀要』 第 19 号 2000
- 11) 萱村俊哉・萱村朋子「利き手の発達臨床的意義について」『武庫川女子大紀要』 Vol.54 2006
  - 12) 山本大誠他「近赤外分光法を用いた脳光イメージングの現状と可能性 —文献的考察」『神戸学院総合リハビリテーション研究』 第 1 巻第 1 号 2006
  - 13) 八田武志『左対右 きき手大研究』 化学同人 2008
  - 14) Neil R. カールソン著 泰羅雅登・中村克樹監訳『第 2 版 カールソン神経科学テキスト —脳と行動—』 丸善株式会社 2008
  - 15) M. J. T. FitzGerald and Jean Folan-Curran 著 井出千束・杉本哲夫・草田正男訳『カラー 臨床神経解剖学 機能的アプローチ』 西村書店 2008
  - 16) 福田正人『精神疾患と NIRS —光トポグラフィ装置による脳機能イメージング—』 中山書店 2009
  - 17) 志村孚城『近赤外分光法による前頭前野計測 —認知症の早期発見とリハビリテーション方法の評価—』 コロナ社 2009
  - 18) Eero Vuoksima, Markku Koskenvuo, Richard J. Rose and Jaakko Kaprio (2009) : Origins of handedness: A nationwide study of 30161 adults. *Neuropsychologia*, 47
  - 19) 齊藤忠彦「音楽鑑賞における楽曲の違いが脳血液に及ぼす影響 —光トポグラフィによる計測をもとに—」『信州大学教育学部研究論集』 第 2 号 (信州大学教育学部) 2010
  - 20) 長谷麻由他「左利きと右利きの書字動作の比較」『日本作業療法学会抄録』 集 44 巻 (日本作業療法士協会) 2010
  - 21) 齊藤忠彦「歌唱表現におけるカラオケ使用時の大脳皮質前頭部・側頭部の活動の特徴 —無伴奏, カラピアノ使用時と比較して—」『音楽教育学』 41 (1) (日本音楽教育学会) 2011
  - 22) 齊藤忠彦「旋律聴音とリズム聴音の課題遂行時の大脳皮質活動の比較 —光トポグラフィによる計測を通して—」『信州大学教育学部研究論集』 第 4 号 (信州大学教育学部) 2011
  - 23) 松田雅弘他「左利き者の両手動作時の脳神経活動: 機能的 MRI による分析」『専門リハビリ』 第 10 巻 (専門リハビリテーション) 2011
  - 24) 齊藤忠彦・小野貴史「音楽聴取時の心理的指標と生理的指標の比較 —NIRS を用いた脳活動計測を通して—」『日本感性工学会論文誌』 Vol.11 No. 3 (日本感性工学会) 2012
  - 25) 鈴木貴子他「左利き者の書字動作の分析—右利き者との比較—」『作業療法』 31 巻 6 号 (日本作業療法士協会) 2012
  - 26) A. R. クロスマン, D.ニアリー著 野村巖・水野昇訳『神経解剖カラーテキスト』 医学書院 2014

## 利き手・非利き手の違いによる書字活動時での脳血液動態の差異

- 1 橋本愛『書字における利き手の差に関する研究』（上越教育大学修士論文） 2003 p.3.
- 2 ○大井学「利き手の発達と指導についての試論」『乳幼児保育研究』（京都大学乳幼児保育研究会編） 1976
  - 久保田競『手と脳 脳の働きを高める手』 紀伊國屋書店 1982
  - 坂野登『かくれた左利きと右脳』 青木書店 1982
  - 八田武志『左ききの神経心理学』 医歯薬出版株式会社 1996
  - 坂野登編『脳と教育 心理学的アプローチ』 朝倉書店 1997
  - 坂野登『しぐさでわかるあなたの「利き脳」 自分でも知らなかった脳の“性格”と“クセ”』 日本実業出版 1998
  - 伴貞彦「左利き者の言語中枢について(第一報) 一文献的考察一」『神戸市看護大学短期大学部紀要』 第19号 2000
  - クリス・マクマナス著 大貫昌子訳『非対称の起源 偶然か、必然か』 講談社 2006
  - 八田武志『左対右 きき手大研究』 化学同人 2008
  - 八田武志『「左脳・右脳神話」の誤解を解く』 化学同人 2013
- 3 小林比出代「利き手・非利き手での書字活動時における脳血液動態の比較 一NIRS及び筆圧握圧計測装置による測定を通しての試論一」『書道教育研究』 第31号 2017 pp.41-47.
- 4 小林比出代「利き手・非利き手での書字活動時における脳血液動態の比較 一NIRS及び筆圧握圧計測装置による測定を通しての試論一」(前掲書) 2017 p.41. p.42. p.45.
- 5 山本大誠他「近赤外分光法を用いた脳光イメージングの現状と可能性 一文献的考察一」『神戸学院総合リハビリテーション研究』 第1巻第1号 2006 p.84.
- 6 A. R. クロスマン他著 野村他訳『神経解剖カラーテキスト』 医学書院 2014 p.146. p.149.
- 7 Neil R. カールソン著 泰羅雅登他監訳『第2版 カールソン神経科学テキスト 一脳と行動一』 丸善 2008 p.86.
- 8 厚東篤生他『よくわかる！ 脳とこころの図解百科』 小学館 2008 pp.14-16.
- 9 M. J. T. FitzGerald, Jean Folan-Curran 著 井出千東他訳『カラー 臨床神経解剖学 機能的アプローチ』 西村書店 2008 p.261.
- 10 八田武志『左ききの神経心理学』(前掲書) 1996 pp.26-30.
- 11 灰田宗孝「光トポグラフィを用いた学会発表・論文作成のポイント」『日立メディコユーザー会資料(2008.2.16)』 2008 p.20.
- 12 本論考ではタスク直前のPre TimeとPost Timeを5秒、Recovery Timeを30秒に設定した。Pre TimeとPost Timeのoxy-Hbの平均値を結ぶ直線をoxy-Hbのベースラインとする線形ベースライン補正はIntegral解析の自動補正機能を使った。

(2021年 7月27日 受付)

(2022年 3月 1日 受理)