

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：13801

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K13372

研究課題名(和文)身体行為における随意性と視覚の相互作用に関する認知神経心理学的検討

研究課題名(英文)Neuropsychological study on the interaction between voluntary body movement and its visual information

研究代表者

板口 典弘 (Itaguchi, Yoshihiro)

静岡大学・情報学部・助教

研究者番号：50706637

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：まず、高齢者においても指運動をすることで言語認知課題の成績が向上することを初めて実験的に示した。また、空書の課題促進効果は、年齢とMMSE得点とはほぼ相関しない一方で、教育歴とは強い負の相関がみられることも明らかにした。次に、脳損傷による言語能力低下(失語症)を有する感覚失語患者においても、空書の促進効果関係を存在することを初めて示した。この結果は特に、空書の促進効果は漢字の読み(音韻的側面)ではなく、字形の想起(視覚的側面)にのみ寄与することを示唆する結果であった。加えて、視覚と運動の相互作用として、短時間の学習でも視覚-運動の対応関係を可塑的に変化可能であることを実験的に示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で得られた知見は、これまで代表者が提唱してきた空書の視覚処理促進仮説を支持するものである。さらに高齢者と失語症患者における空書実験は、年齢に関係なく指運動が認知課題成績を補助する機能を有することを示した点で社会的意義も大きい。また特に、教育歴と空書促進効果の間に負の相関が得られたことは、何らかの原因により認知能力が低下した者に対して、空書が有効な補助ツールとなることを示唆している。また、視覚-運動の対応関係の可塑的変化に関する知見は、比較的短時間の学習によって、これまでと全くことなる自動的・無意識的な運動反応が可能になることを示しており、スポーツやリハビリ分野に対するインパクトも大きい。

研究成果の概要(英文)：First, we showed for the first time experimentally that finger writing movements improves performance on a cognitive task in elderly people. In addition, we found that the facilitative effect of Kusho was not correlated with age and MMSE scores, while there was a strong negative correlation with education years. Second, we showed for the first time that the facilitative effect of Kusho exists in sensory aphasia patients with reduced language ability due to stroke. This result suggests that the facilitative effect of Kusho is not relevant with "reading" process (phonological aspect) but with recall of the shape of characters (visual aspect). In addition, we showed that the visuomotor correspondence relating automatic motor responses can be drastically altered by a short period of adaptation.

研究分野：実験心理学

キーワード：空書 指運動 書字 言語 視覚処理

1. 研究開始当初の背景

私たちの生活は、感覚入力と運動出力の絶え間ない繰り返しによって成り立っている。すなわち、随意的に身体を動かすために運動指令が脳から出力され、その結果が視覚や体性感覚、運動感覚入力によってもたらされる。この入出力ループの上に成り立っている日常的な現象として、空書という現象がある。空書とは、私たちが漢字などを思い出そうとする際、指で空中や机上に“書字”してしまう現象である。

空書に関する心理学的研究は1983年に初めて報告され、空書の自発は漢字文化圏に顕著な現象であることや、漢字構成課題と呼ばれる認知課題に対して促進効果(空書効果)があることが明らかにされた(佐々木・渡辺 1983)。さらに研究代表者らの検討によって、空書効果の発現には、指運動の視覚入力が不可欠であることが明らかとなった(Itaguchi et al. 2015, 2017)。ただし、従来研究では、視覚入力の影響は切り分けることができたものの、“運動出力”と“運動感覚(入力)”成分を切り分けることはできなかった。そのため、空書効果が生じるためには視覚入力に加えて、運動入力(運動感覚)が不可欠なのか、運動出力(運動の随意性)が不可欠なのか、あるいはその両方が必要なのかについては、判断することができなかった。

2. 研究の目的

本研究では、空書という現象を通して、「身体行為の“何が”、“どのように”、“なぜ”認知処理に影響するのか」という問いに答えることを目的とした。具体的には、通常の運動に必ず含まれる運動指令を実験的に排除することを目的とした。また、これまでの研究では検討されてこなかった加齢の影響を検討した。さらに、脳損傷患者を対象とした実験により、言語の視覚的側面と聴覚的側面に与える空書の影響を切り分けることを目的とした。

3. 研究の方法

研究では、漢字構成課題を実施した。この課題は、空書に関する先行研究(佐々木・渡辺 1983; Matsuo et al. 2001)で使用されており、刺激の提示方法や提示時間などの剰余変数の影響に関しても、研究代表者らの研究によって、十分な蓄積があった(Itaguchi et al. 2015, 2017)。課題では、漢字構成課題では、ひとつの漢字から分解された漢字パーツ3つが呈示される(Figure 1)。実験参加者は、この3つの漢字パーツを組み合わせてできる漢字を口頭でできるだけ速く答えることを求められた。3つのパーツからは、ひとつの存在する漢字しか構成されないような漢字が選定された。また、漢字パーツのそれぞれの読みは、オリジナルの漢字と同一のものがないようになっていた。課題に使用する刺激は、習得学年、親密度(近藤・天野, 1999)、視覚的複雑性(賀集ら, 1979)および漢字の読みの共通性(佐々木・渡辺, 1983)を統制した60個の刺激を使用する。これらの刺激は既に選定済みである。

実験では、空書を許可する条件(空書条件)、指運動を禁止する条件(静止条件)、および空書とは関係のない指運動を行う条件(円運動条件)の3条件を設けた。各条件において20試行(問題)をおこない、条件間でその正答数を比較した。すべての条件で、実験中は指・手を見るように教示された。

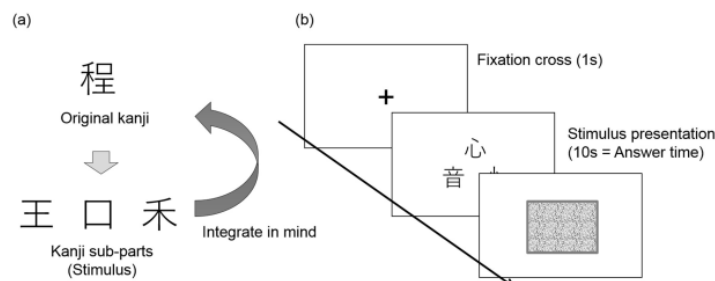


Figure 1. 漢字構成課題の刺激と刺激呈示プロセス

4. 研究成果

(1) 加齢が空書効果に与える影響

26名の日本人の神経学的に問題のない高齢者(平均年齢86.8歳, $SD=5.9$, うち女性21名)を対象に漢字構成課題をおこなった。MMSEの平均値は27.4($SD=2.5$), 平均教育歴は10.7年($SD=2.7$)であった。

実験の結果, 空書条件の平均正答数は他の2条件の平均正答数よりも多いことが明らかとなった(Figure 2)。この結果は, 高齢者においても指運動をすることで言語認知課題の成績が向上することを初めて示したものであった。

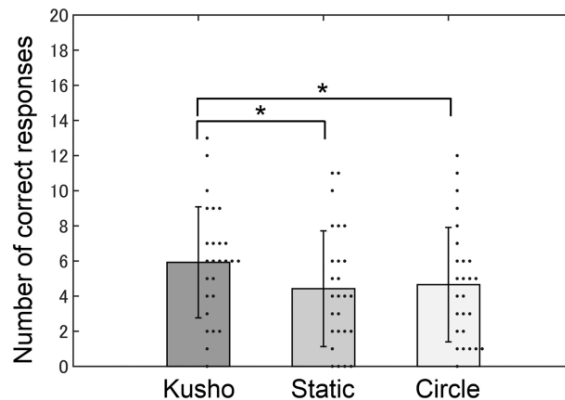


Figure 2. 高齢者における漢字構成課題の正答数

さらに, 空書の課題促進効果と年齢・MMSE得点・教育歴を変数として偏相関分析をおこなった。その結果, 空書の課題促進効果は, 年齢とMMSE得点とはほぼ相関しない一方で, 教育歴とは強い負の相関がみられた。年齢と相関しないことは, 若年健常者を対象としたこれまでの研究(Itaguchi et al. 2015, 2017)と同様の空書効果が得られている事実と合致する。さらに, 教育歴と負の相関が得られたことは, 何らかの原因により認知能力が低下した者に対して, 空書が有効な補助ツールとなることを示唆している。本結果は, Itaguchi et al. (PLOS ONE, 2019)に掲載された。

(2) 失語症患者における空書効果

脳損傷による言語能力低下(失語症)と, 空書の関係を検討した。症例は62歳女性, 中等度の感覚失語を呈していた。左側頭頭頂葉に梗塞巣があった。発話は流暢だが錯語が多く, 発話理解, 読字に困難を示した。ただし, 状況理解がよく, 実験等のコミュニケーションには問題がなかった。半側空間無視, 感覚運動障害は見られなかった。実験では, 手に関する3条件に加えて, Itaguchi et al. (2015, 2017)を参考に, 課題中に手指を見続ける条件(Eye-on-Hand条件)と, 課題中にディスプレイを注視して空書をおこなうにもかかわらず手指を見ない条件(Eye-on-Display条件)を比較した。

実験の結果, Eye-on-Hand条件では空書条件の正答数が他の2条件よりも高かった(Figure 3)。また, 空書条件においては, Eye-on-Hand条件の方がEye-on-Display条件よりも正答数が多くなった。この結果は, 読字に障害を示す脳損傷患者においてはじめて空書の課題促進効果を実験的に示したものとなる。加えて, 最も興味深い点は, 空書効果は漢字の読み(音韻的側面)ではなく, 字形の想起(視覚的側面)にのみ寄与した点である。本成果は現在論文投稿中である。

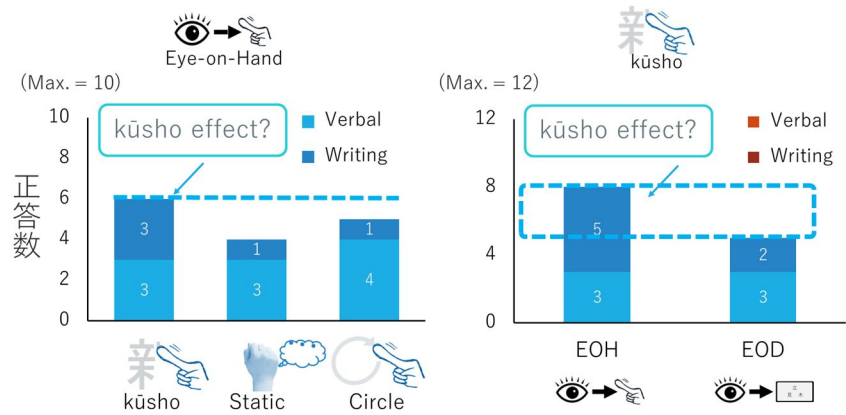


Figure 3. 症例における漢字構成課題の正答数

(3) 空書における随意的運動指令の効果

ロボットを作成することによって手指を他動的に動かし，その際の他動空書が漢字構成課題に与える影響を検討している。現在，ロボットの作成・制御方法が確立し，予備実験を行っている段階である（Figure 4）。



Figure 4. 他動的な空書をおこなうためのロボット

(4) その他研究

空書実験と並行して，視覚と運動の相互作用を検討する心理実験をおこなった。具体的には，健常若年者を対象として，Visuomotor adaptation の学習が，視覚 運動対応関係に基づく自動的運動反応に与える影響を検討した。実験の結果，たった3時間程度の学習によって，私たちが日常用いている視覚 運動対応関係が反転してしまうことを明らかにした。この知見は，私たちの視覚 運動の対応関係はその状況に応じて極めて柔軟に変化する性質を持っていることを示唆する。この成果は Experimental Brain Research 誌に掲載された (Itaguchi and Fukuzawa 2019)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Itaguchi Y. and Fukuzawa K.	4. 巻 237
2. 論文標題 Adaptive changes in automatic motor responses based on acquired visuomotor correspondence.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Experimental Brain Research	6. 最初と最後の頁 147-159
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1007/s00221-018-5409-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Itaguchi Yoshihiro, Yamada Chiharu, Fukuzawa Kazuyoshi	4. 巻 14
2. 論文標題 Writing in the air: Facilitative effects of finger writing in older adults	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0226832
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0226832	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 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	4. 巻 39
2. 論文標題 書字障害の定量的評価：タブレットを用いた位置と時間の解析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 高次脳機能研究	6. 最初と最後の頁 436-443
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----