

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 25 日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K17329

研究課題名(和文) 認知と運動の相互作用 - 文字認知と書字運動理論の統合

研究課題名(英文) The interaction of cognition and bodily movements

研究代表者

板口 典弘 (Itaguchi, Yoshihiro)

慶應義塾大学・理工学部(矢上)・訪問研究員

研究者番号：50706637

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、健常者(若年・高齢)と脳損傷患者を対象として、身体運動が文字の認知に与えるメカニズムを明らかにすることを目的とした。一連の研究は、空書が漢字構成のような認知課題に対して与える促進効果は、その指運動を見ていないと生じないことを頑健に示した。また、刺激を比較的長時間呈示したときのみ、漢字の語彙能力と漢字課題成績が相関することが示された。さらに、頭頂葉損傷患者および健常高齢者双方においても、空書の促進効果が観察された。このような結果は、空書は低下した認知能力にかかわらず、その視覚的要素に関わるFBが認知処理を助けているという仮説を支持した。

研究成果の概要(英文)： The present study aimed to reveal the underlying mechanism how bodily movements influence cognitive processing of written language by using young and elderly healthy individuals and brain damaged patients. The series of experiments consistently showed that kusho behavior positively affected cognitive task performance (Kanji construction task) only when the visual feedback of the finger movements was available. In addition, we showed a positive correlation between the task performance and vocabulary score only in the condition that target stimuli were presented for 3 seconds. Further, we confirmed that the facilitation effects of kusho behavior for the elderly individuals and a patient with a parietal lobe lesion. These results together supported the hypothesis that the visual aspects of kusho behavior assist cognitive processing regardless of the general cognitive ability.

研究分野：認知神経心理学

キーワード：空書 運動 身体性 文字

1. 研究開始当初の背景

私たちの活動は入力と出力の絶え間ない繰り返しによって構成されている。すなわち、感覚入力が脳内で処理され、その結果が何らかの運動行為として出力される。この認知 - 運動の相互作用は、空書現象をはじめとして長らく心理学的考察の対象であったが、そのメカニズムの殆どは未だ明らかになっていなかった。

佐々木ら(佐々木・渡辺 1983 他)は初めて空書現象を実験的手法を用いてその発生頻度や認知課題への影響を報告した。空書とは、私たちが何か漢字や英語のつづりを思いだそうとする際に指を使用して“書字”してしまう現象である。佐々木らの研究以降、空書において運動そのものが認知処理にどのような影響を与えるかは未だ明らかでない。空書現象は基本的には漢字圏のみに特有な現象であるものの、日本発の独自研究でもあり、日常生活上で頻出する行為である。そのため、メカニズムの解明が日常における効率的な学習・問題解決に寄与する可能性が高い。

さらに現代の我が国における大きな社会的問題のひとつとして、超高齢化問題がある。脳梗塞や脳出血などは加齢によってリスクがあがるが、それらによって損傷した脳部位は基本的には回復することがない。そのため、その部位によって担われ失われてしまった脳機能は、周りの正常な脳部位が代償的に負担する必要がある。ただし、成人における脳の可塑性には限りがあり、脳機能を十分に取り戻すことは困難を極める。さらに脳損傷後の ADL (Activity of Daily Living) の低下により二次的な疾患への罹患率も高まる。しかしながら、国内外ともに麻痺や低次の感覚障害に対するリハビリ方法や代償デバイスの開発は多くあるものの(道免 2006; Hogan and Krebs 2004)、体系化された高次脳機能障害のリハビリテーションの開発は非常に少ない。そのため、臨床現場では一刻も早い現状の打開が待ち望まれている。

臨床の現場でも、認知と運動の相互作用に関する知見が報告されている。なぞり読みとは、視覚的な情報だけではその文字を特定できない患者(失読患者)が、文字を上からなぞることにより認識に至る現象である(Dejerine 1891, 1892; Goldstein 1948)。発見以来、この現象は長らく失読患者の代償行為として使用されてきた(Goldstein 1948; Luria 1970)。類似の現象は運動覚性読字検査においても見られる(岩田ら 1979; Ihori et al. 2000)。この検査では、患者の腕を他動的に動かし文字を書く。この時失読患者は文字を認識できるが、失書患者(文字を読めるけれど書けない)は文字を特定できない。これらの現象は臨床におけるリハビリ・検査の一部となっているものの、メカニズムは未だ解明されていない。認知 - 運動の相互作用メカニズムを明らかにすることで、当該症状のメカニズムや検査についての理論的示唆

が得られることが期待された。

2. 研究の目的

本研究は、健常者(若年・高齢)と脳損傷患者を対象として、身体運動が文字の認知に与えるメカニズムを明らかにすることを目的とした。具体的には、空書と呼ばれる指運動における視覚的・運動学的それぞれの要素がどのように文字の認知や想起に影響を与えるのかを明らかにした。この試みは、認知心理学的枠組みと書字運動理論を統合したモデルを用い、新しいリハビリテーション方法を模索する手がかりとなることを目指した。

本研究は、現象自体は知られているもののその機序が明らかになっていなかった認知運動の相互作用に対し、運動制御の側面からアプローチを行う点で学術的な特色があった。このアプローチは、従来の認知心理学的アプローチを補完するものである。さらに、当該メカニズムの解明により、高次脳機能障害のリハビリテーションにも繋がる点で、社会的意義も大きい。

3. 研究の方法

認知課題として、Sasaki (1987)に従い、漢字構成課題を使用した。漢字構成課題とは、分解された漢字のパーツから元の漢字を再構成する課題である。また、漢字構成課題と要求が異なる認知課題として画数カウント課題を用いた。

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つが継時的に呈示される(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だけ早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に漢字は選定されていた。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。画数カウント課題では、ひとつの漢字が呈示され、その画数をカウントするというものであった。

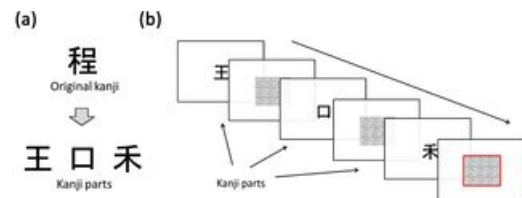


Figure 1. 漢字構成課題。(a)オリジナルと漢字と、3つに分解された漢字パーツの例。

(b) 漢字構成課題の呈示刺激イメージ

(1) 研究 1

研究 1 では、まず 現代の若年健常者における自発的な空書の頻度を検討した。つぎに、実験的に空書を統制した検討をおこなった。

後者の実験では、2つの独立変数（空書、視覚FB）を設定した。空書については、空書を許可する条件（空書許可条件）、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。さらに、視覚的なFBが空書の促進的影響に与える効果を検討するために、視覚FBの種類を統制した。すなわち、回答時間中、指を見る条件（Eyes-on-Hand条件）と、刺激呈示画面を見る条件（Eyes-on-Display条件）のふたつであった。

(2) 研究1 実験結果

実験的な統制をおこなわない状況においてふたつの課題をおこなった結果、現在の若年者においても、非常に高い確率(80%以上)で空書が自発的に出現することが明らかとなった（Figure 2）。

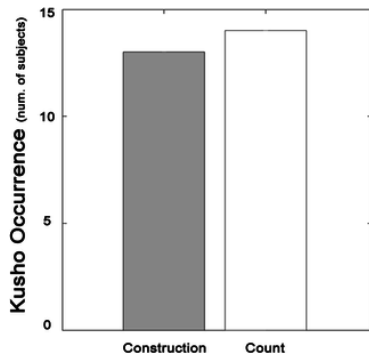


Figure 2. 2課題における空書の出現頻度

2つの独立変数を導入した漢字構成課題においては、指を見ている視覚条件のうち、空書をしている条件のみで、有意な空書の促進効果が得られた。空書をしていても、ディスプレイを見ている条件では、空書の促進効果は見られなかった。また、円運動条件による、干渉的效果も有意ではなかった。

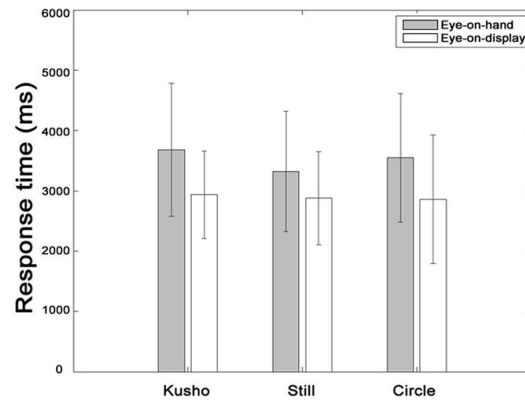
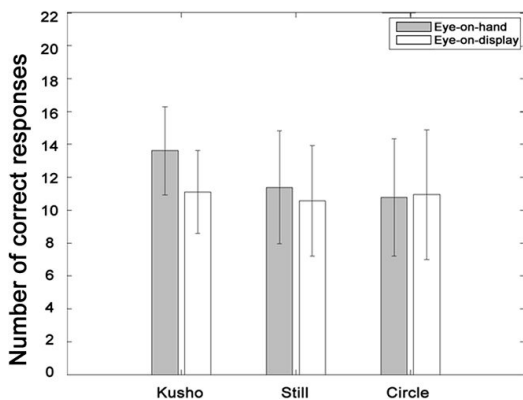


Figure 3. 漢字構成課題における正答数と反応時間

2つの独立変数を導入した画数カウント課題においては、指を見ているかディスプレイを見ているかという視覚条件にかかわらず、空書許可条件の成績は静止条件よりも高く、かつ、円運動条件における成績は静止条件よりも有意に低かった。

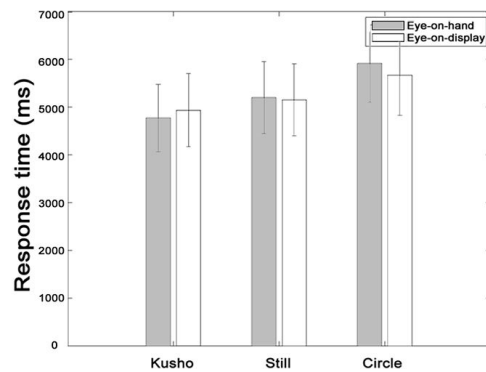
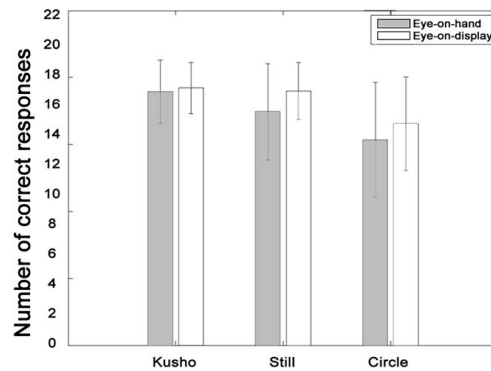


Figure 4. 画数カウント課題における正答数と反応時間

(3) 研究2

研究2では、研究1で検討されなかった同時呈示条件における空書効果の検討をおこない、さらに、漢字読み能力（百羅漢）と空書効果の関係を検討した。

実験参加者は計96名、空書に関する手に関する要因（空書許可、静止、円運動条件）を3条件、視覚的なFB（Eyes-on-Hand、

Eyes-on-Display 条件) の 2 条件に加えて、刺激呈示時間要因 (1 秒, 3 秒) の 2 条件に関して、3 要因の解析をおこなった。手要因は参加者内、視覚要因と呈示時間要因は参加者間要因であった。空書効果を検討するために、研究 1 と同じ漢字構成課題を用いた。刺激呈示時間が異なるため、反応時間は解析の対象としなかった。

漢字読み能力を測定するために、百羅漢を用いた。解析においては、各手条件における成績と百羅漢の成績に関して相関分析をおこなった。さらに、空書効果 (空書許可条件と静止条件の成績差) と百羅漢の成績にかんしても相関係数を算出した。

(4) 研究 2 実験結果

研究 1 と同様に、漢字パーツを同時呈示したとしても、Eye-on-hand 条件にのみ、空書許可条件が有意に他の条件よりも構成課題の成績が優れていた (Figure 5)。

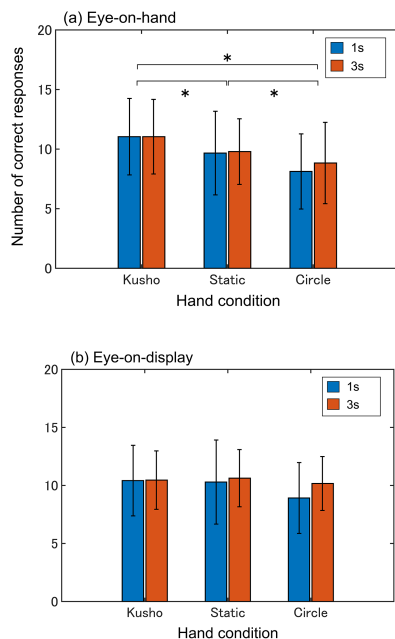


Figure 5. 漢字構成課題の正答数

百羅漢の成績との相関係数は、3 秒条件のみ有意な正の相関が観察された (Figure 6)。

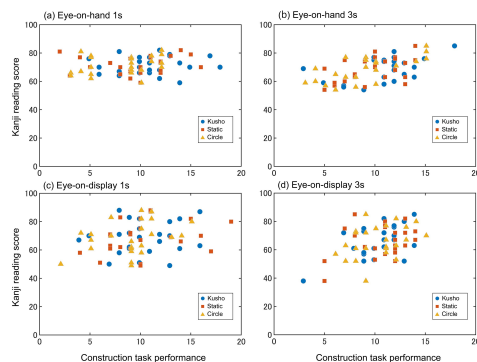


Figure 6. 構成課題成績と百羅漢成績の相関

また、空書効果と百羅漢成績の有意な相関はどちらの視覚条件、刺激呈示時間条件でも観察されなかった (Figure 7)。

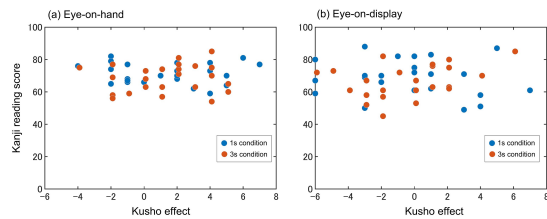


Figure 7. 空書効果と百羅漢成績の相関

(5) 研究 3

研究 3 では、頭頂葉損傷患者 1 名および健常高齢者 20 名に対して、漢字構成課題を用いて空書の効果を検討した。検討の結果、頭頂葉損傷患者、および健常高齢者においても空書の促進効果が観察された。

4. 研究成果

一連の研究は、空書が漢字構成のような認知課題に対して与える促進効果は、その指運動を見ていないと生じないことを頑健に示した。一方で、画数カウント課題は、指運動の視覚 FB にかかわらず促進的効果をもたらした。わたしたちが日常場面で空書を用いるのは、漢字の形態や英単語のつづりを思い出すとすることが多いだろう。そのようなことを考えると、私たちが空書を自発するときには、その指運動は目の届くところでおこなわなければいけないことが示唆される。

研究 2 では、臨床応用のため、漢字の語彙能力との関係を調べた。その結果、刺激を 3 秒間呈示したときのみ、漢字の語彙能力と漢字課題成績が相関することが示された。これは、比較的長時間の刺激呈示によって、ネットワークへの形態的情報の入力が強まり、構成課題との正の相関関係が見られたのではないかと考えられる。このことは、視覚処理課題においては、視覚刺激の入力は、時間を経るにしたがって異なった意味を持つてくる可能性を示唆する。ただし一方で、本研究は、空書効果と語彙数の相関関係は認めなかった。これは、空書効果がもたらした視覚的な要素を処理する能力に依存しており、少なくとも今回対象とした参加者の語彙レベルにおいては、空書運動はひとしく認知課題に促進的効果を与えていたことを示した。

研究 3 では、頭頂葉損傷患者および健常高齢者双方において、空書の促進効果が観察された。頭頂葉損傷患者については、漢字の読み能力が保たれており、比較的軽微な患者であったことも起因していると思われるが、脳損傷患者に対して空書の効果を検討した研究は本研究が世界初であった。また、高齢者においては、若年者よりも全体的な正答数は低いものの、同程度の空書効果が観察されたことから、空書は低下した認知能力にかかわらず、その視覚的要素が認知処理を助け

ていることを示唆した。

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5件)

1. Itaguchi Y., Yamada C., Yoshihara M., and Fukuzawa K. (2017) Writing in the air: a visualization tool for written languages. PLOS ONE, *in press*. (査読あり)
2. Kaida K., Itaguchi Y., and Iwaki S. (2017) Interactive effects of visuomotor perturbation and an afternoon nap on performance and the flow experience, PLOS ONE, 12(2), e0171907. (査読あり)
3. Nakayama M., Lupker S.J., and Itaguchi Y. (2017) An examination of L2-L1 noncognate translation priming in a lexical decision task: Insights from distributional and frequency-based analyses. Bilingualism: Language and Cognition. (査読あり)
4. Itaguchi Y., Yamada C., and Fukuzawa K. (2015) Writing in the air: contributions of finger movement to cognitive processing. PLOS ONE 10(6):e0128419. (査読あり)
5. 板口典弘, 福澤一吉. (2015) 加齢による単語認知・産出および語彙ネットワークの変容. 老年精神医学, 26(5), 541-549. (査読なし, 招待論文)

[学会発表](計2件)

1. 板口典弘, 山田千晴, 永井知代子, 福澤一吉. (2016) 頭頂葉損傷症例を対象とした認知課題成績における空書効果の検討. 第40回神経心理学会, KKR ホテル (熊本県・熊本市), 2016年9月15日. (口頭発表)
2. Itaguchi Y., Yamada C., Fukuzawa K. (2015) Contributions of finger movements to cognitive tasks. Society for Neuroscience 2015. Chicago, USA, Oct, 2015. (Poster)

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

板口 典弘 (Itaguchi Yoshihiro)
慶應義塾大学・理工学部・訪問研究員
研究者番号: 50706637

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

1. 福澤 一吉 (Fukuzawa Kazuyoshi)
早稲田大学・文学部・教授
研究者番号: 00156762
2. 吉原 将大 (Yoshihara Masahiro)
早稲田大学・文学研究科・博士課程4年
3. 山田 千晴 (Yamada Chiharu)
早稲田大学・文学研究科・博士課程2年