

手書き文字と活字の認識の差に関するfMRI研究 — ノイズ要素の分離の試み —

A fMRI study about difference of perception between handwritten characters and typed characters — A trial of noise separation —

中村太戯留^{†1}, 田中茂樹^{†2}, 田丸恵理子^{†3}, 上林憲行^{†1}
Tagiru Nakamura, Shigeki Tanaka, Eriko Tamaru, Noriyuki Kamibayashi

^{†1}東京工科大学, ^{†2}仁愛大学, ^{†3}富士ゼロックス株式会社
Tokyo University of Technology, Jin-ai University, Fuji Xerox Co., Ltd.

^{†1}{tagiru, norikami}@media.teu.ac.jp, ^{†2}tanaka@jindai.ac.jp, ^{†3}eriko.tamaru@fuji-xerox.co.jp

Abstract

The purpose of this study was to investigate why taking notes by hand was better for memory than by typing. Using a fMRI device, the activity of the brain was imaged while 6 participants looked at handwritten or printed characters with visual noise or not. As a result, strong activity was observed in bilateral associative visual cortex, left cingulate cortex, and right caudate nucleus. The results showed that handwritten characters were perceived related with some kind of movements perception, probably handwriting.

Keywords — note-taking, handwriting, handwritten characters, visual-noise, fMRI

1. はじめに

ノートに手書きすることは、ワープロにタイピングする場合と比べて、その内容が記憶されやすいことが指摘されている[4]。中村他[7]は、fMRIを用いた実験において、手書き文字を見ている場合、活字を見ている場合と比べて脳の活動部位が広く、また体性感覚や運動感覚を統合する部位が活動しており、そのことが記憶のパフォーマンスに対してプラスに作用している可能性を示唆している。本研究では、手書き文字には、歪みや擦れといったノイズ要素が含まれていると考え、それを分離した場合の手書き文字の脳に与える影響を探るためのfMRI実験を実施した。

2. 方法

実験参加者 日本語を母国語とする健常者6名(21~27才, 平均23.2才, うち女性3名)

実験条件 予め収集した手書き文字を提示する手書条件(H), コンピュータのフォントを提示する活字条件(F), 画面全体に視覚的なランダムノイズを加えたノイズ入りの手書条件(NH), ノイズ入りの活字条件(NF), そして何も活動しない背景条件(R)の5種類を設定した。

提示刺激 手書条件, 活字条件, ノイズ入りの手書条件, ノイズ入りの活字条件はそれぞれ, ひらがなの「あ」~「と」までの20文字を刺激として使用した。手書き文字は, 今回の実験参加者とは別の1名に予め記してもらったものをスキャンし, 320 x 320ピクセルの画像として保存した。活字は「MS P明朝」の300ptの文字を72dpiで画像化し, 同じく320 x 320ピクセルの画像として保存した。また, ノイズはPhotoshopを用いて75%のグレースケールのガウス分布ノイズを加えた。

刺激提示の流れ 各条件ごとに, 1つのブロックは「(各文字刺激: 300ms + 注視点: 500ms) x 20文字」で構成した。但し, 各ブロック内の提示はランダムな順序でおこない, どこか一箇所のみ同じ刺激が連続するように調整した。実験は2セッション実施し, 1セッションは4パターンで構成した。各パターンは, 順序効果を相殺するために, 4種類の条件(H, F, NH, NF)のブロックをランダムな順序で提示し, その後に背景条件(R)を提示するという形式で構成した。

実験装置 文字刺激は液晶プロジェクターにより, 実験参加者の頭部上方に設置されたスクリーンに投射した(サイズ=13.8 x 10.0 cm, 視距離=38 cm, 文字=300 pt, 視角=約12度)。反応は光ファイバーを用いたボタンスイッチにより収集し, 刺激を提示するのと同じコンピュータに記録した。

手続き 実験参加者には, 同じ文字が連続したらボタンスイッチを押して知らせるように教示した。なお, セッション1の反応は右手の人差し指で, セッション2の反応は左手の人差し指でおこなうように指示し, 反応に使用する手の効果を相殺した。

撮像 1.5TのfMRIスキャナを用いた(GE-EPI, TR=3,000 ms, TE=55 ms, FA=90, FOV=240 mm, matrix=64 x 64, 軸断30スライス, 5 mm厚)。

解析 SPM2を用い, 前処理として, slice timing, realignの後, 各実験参加者の3D画像およびMNI

templateを用いてnormalizeし, 8 mmのsmoothingを行った。実験参加者ごとに, ①ノイズの影響(NH + NF - H - F), ②手書条件のノイズの影響(NH - H), ③活字条件のノイズの影響(NF - F), ④ノイズ入りの手書条件と活字条件の差(NH - NF), ⑤手書条件と活字条件の差(H - F), ⑥ノイズ条件も含めた手書条件と活字条件の差(NH + H - NF - F)というコントラストで解析を行った。続いて, ①のノイズの影響についてはone sample t-test, ノイズの影響の差(② - ③, ③ - ②, ④ - ⑤, ⑤ - ④), およびノイズの影響を差し引いた手書き文字の効果(⑤ - ③ および ⑥ - ①)についてはtwo sample t-testによるグループ解析を行った。結果は, voxel level $p < .001$ (uncorrected)で表示した。

3. 結果

平均正答率および平均反応時間は, 条件間に有意差は認められなかった。

ノイズの影響①においては, 両側二次視覚野(V2, BA 18, 賦活領域の79%, 図1-A), 右視覚連合野(V3, BA 19), 右海馬傍回(BA 36), 右眼窩前頭野(BA 11)の賦活が認められた。ノイズの影響の差(② - ③)は, 左脳幹の橋(46%), 左体性感覚連合野(BA 7, 36%), 右視覚連合野(V3, BA 19), 右小脳, ④ - ⑤は, 両側尾状核の賦活が認められた。

ノイズの影響を差し引いた手書き文字の効果のうち⑤ - ③においては, 両側視覚連合野(V3, BA 19, 賦活領域の94%), 左帯状回(BA 24), 左海馬傍回(BA 35), ⑥ - ①においては, 右視覚連合野(V3, BA 19, 賦活領域の45%, 図1-B), 左帯状回(BA 24, 31, 32, 賦活領域の34%, 図1-C), 右尾状核(図1-D), 右中側頭回(BA 21), 右紡錘状回(BA 37), 右二次視覚野(V2, BA 18)の賦活が認められた。

4. 考察

ノイズの影響の結果から, ノイズは主に二次視覚野(V2)に影響を与えており, 中村他[7]の手書条件における後頭葉の賦活は手書きのノイズ要素の影響によるものである可能性が考えられる。また, ノイズの影響の差の結果にある尾状核は, 報酬や愛情と関連しているという報告もあり[5], 手書き文字のノイズ要素はそれを記した人が自分に与える感情のようなものも合わせて評価するように仕向けている可能性が考えられる。

このノイズの要素を差し引いた手書き文字の効果の結果にある視覚連合野(V3)は, 動きの処理に関与しているという報告もあり[1], 手書き文字における動きの要素(おそらくは書字)を捉えようとしている可能性が考えられる。また, 帯状回の前部は統制作用, 後部は評価や空間認知[3, 8], さらに

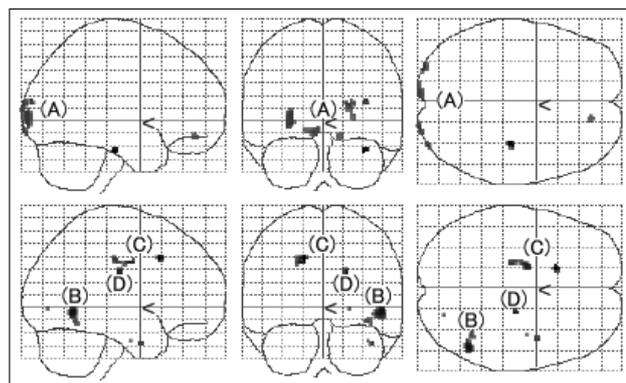


図1 ノイズの影響(上), 手書の効果(下)

に前部の腹内側部位は感情制御, 背側部位は高次認知処理[2]に関与しているとの報告があることから, 多くの要素を総合的に利用して手書き文字を捉えようとしている可能性が考えられる。なお, 新規の文字の学習時, 手書き文字の観察において, 右視覚連合野(V3), 両側体性感覚連合野, 右一次体性感覚野, 両側紡錘状回が賦活した旨の報告[6]があることから, 今回のノイズ要素を分離した結果は妥当なものと考えられる。

これらから, 手書き文字は, 体性感覚や運動感覚, ノイズ的な要素が喚起する感情要素, そしてこれらを総合的に捉える高次認知処理の活動が活字に比べて強く, このことが記憶パフォーマンスの向上に寄与している可能性が考えられる。

参考文献

- [1] Braddick, O. J., O'Brian, J. M. D., et al., (2001) "Brain areas sensitive to visual motion" *Perception*, Vol. 30, pp. 61-72.
- [2] Bush, G., Luu, P., & Posner, M. I., (2000) "Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex" *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 4, pp. 215-222.
- [3] Carter, C. S., Botvinick, M. M., & Cohen, J. D. G., (1999) "The contribution of the anterior cingulate cortex to executive processes in cognition" *Reviews in the Neuroscience*, Vol. 10, pp. 49-57.
- [4] Dzulkhiflee, M., 田野俊一, 岩田満, & 橋山智訓, (2008) "日本語のメモ書き作業における手書き入力の有効性" 電子情報通信学会論文誌, J91-D, pp. 771-783.
- [5] Fisher, H., Aron, A., & Brown, L. L., (2005) "Romantic Love: An fMRI Study of a Neural Mechanism for Mate Choice" *The Journal Of Comparative Neurology*, Vol. 493, pp. 58-62.
- [6] Longcamp, M., Boucard, C., et al., (2008) "Learning through hand- or typewriting influences visual recognition of new graphic shapes: behavioral and functional imaging evidence" *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 20, No. 5, pp. 802-815.
- [7] 中村太戯留, 田中茂樹, 田丸恵理子, & 上林憲行, (2008) "手書き文字と活字の認識の差に関するfMRI研究" 日本認知科学会第25回大会論文集, pp. 390-391.
- [8] Vogt, B. A., Finch, D. M., & Olson, C. R., (1992) "Functional heterogeneity in cingulate cortex: The anterior executive and posterior evaluative regions" *Cerebral cortex*, Vol. 2, pp. 435-443.