

手書き文字と活字の認識の差に関する fMRI 研究

中村 太戯留
東京工科大学

田中 茂樹
仁愛大学

田丸 恵理子
富士ゼロックス

上林 憲行
東京工科大学

ノートテイキングを手書きで行った場合とタイピングで行った場合とを比較すると、手書きの方が記憶されやすいことが指摘されている (Hamzah et al., 2006). 手書きは入力速度が遅いため要約しながら記す必要があり、そのことが記憶に対してプラスに働いている可能性も示唆されている (中村他, 2007; 上野他, 2008). 本研究では、そもそも手書き文字と活字という文字自体においても、脳に与える影響に何らかの差があると考え、それを探るための fMRI 実験を実施した。

方法

実験参加者 日本語を母国語とする健常者 15 名 (20 ~ 35 才, 平均 25.0 才, うち女性 4 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, コンピュータのフォントを提示する活字条件, そして何も活動しない背景条件の三種類を設定した。

提示刺激 手書条件, 活字条件それぞれ, 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ニングし, 320 × 320 ピクセルの画像として保存した (図 1 左)。活字は「MS P 明朝」の 300 pt の文字を 72 dpi で画像化し, 同じく 320 × 320 ピクセルの画像として保存した (図 1 右)。

刺激提示の流れ 条件ごとに, 1 つのブロックは「(各文字刺激 : 300 ms + 注視点 : 500 ms) × 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行い, どこか一箇所のみ同じ刺激が連続するように調整した。手書条件のブロックを H , 活字条件のブロックを T , 背景条件のブロックを R とした場合, パターン 1 「 $H T H T R$ 」(P_1) とパターン 2 「 $T H T H R$ 」(P_2) を組み合わせ, セッション 1 では「 $P_1 P_2 P_2 P_1$ 」, セッション 2 では「 $P_2 P_1 P_1 P_2$ 」の順でパターンを提示し, 順序効果を相殺した。

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 × 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。

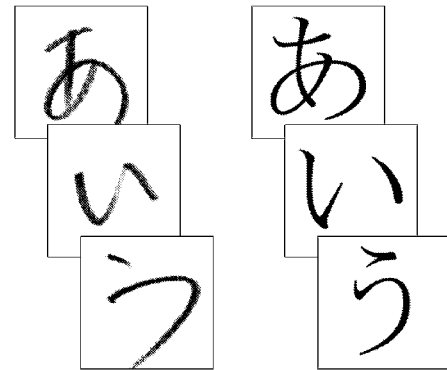


図 1 提示刺激の例 : (左) 手書条件、(右) 活字条件

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行うように指示し, 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 × 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 を行った。さらに, 8 mm の smoothing を行った。実験参加者ごとに, 手書条件 vs 活字条件, および活字条件 vs 手書条件というコントラストで解析を行った。続いて, one 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 (図 2)。

結果

行動データの結果 平均正答率は, 手書条件=87.5%, 活字条件=89.4%, 平均反応時間は, 手書条件=538.8 ms, 活字条件=535.1 ms であり, どちらも有意差は認められなかった。

画像データの結果 手書条件 vs 活字条件においては, 両側紡錘状回 (BA 37), 両側中後頭回 (視覚連合野, Bas 18, 19), 両側上後頭回の皮質下領域, 右上頭頂小葉 (体性感覚連合野, BA 7), 右下頭頂小葉 (縁上回, BA 40), 右中心後回 (第一次体性感覚野, Bas

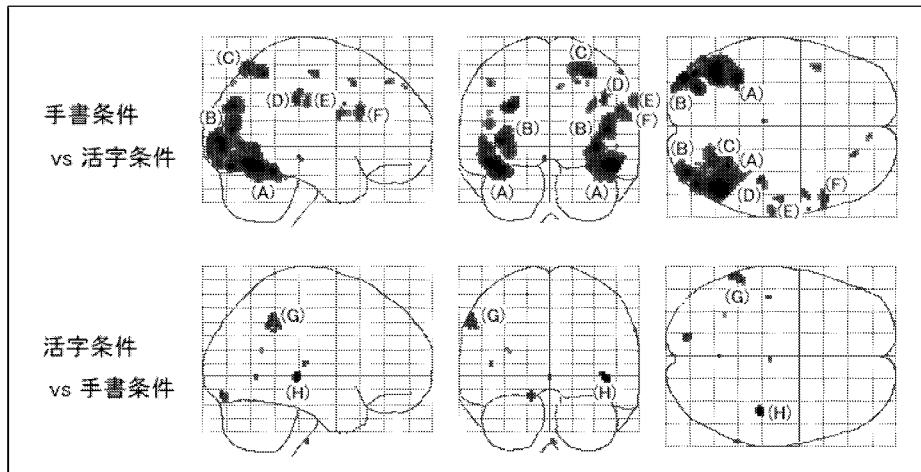


図2 手書条件および活字条件における活動部位

手書条件 vs 活字条件においては、(A) 両側紡錘状回、(B) 両側中後頭回および両側上後頭回の皮質下領域、(C) 右上頭頂小葉、(D) 右下頭頂小葉、(E) 右中心後回、(F) 右中前頭回に有意な活動上昇が認められた。一方、活字条件 vs 手書条件においては、(G) 左下頭頂小葉、(H) 右小脳前方付近の皮質下領域において有意な活動上昇が認められた。

1, 2, 3), 右中前頭回(前頭前野背外側部, BA 9)の賦活が認められた(図2上)。活字条件 vs 手書条件においては、左下頭頂小葉(縁上回, BA 40), 右小脳前方付近の皮質下領域の賦活が認められた(図2下)。

考察

行動データの結果では、手書条件と活字条件の間に有意な差は認められていないにもかかわらず、画像データの結果では、手書条件では、活字条件と比べて後頭葉を中心として活発に脳が活動しているという特徴を挙げることができる。即ち、同じタスクを達成するための脳への負荷は手書条件の方が高くなっており、このことが何らかの理由により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。

また、画像データの結果から、手書条件は右半球の活動が、活字条件は左半球の活動が、それぞれやや強くなっているという特徴を挙げることができる。認知情報処理において右半球は個別情報の処理に、また左半球は一般化・抽象化の処理に、それぞれより関与が深いと考えられていることから(e.g., Vuilleumier et al., 2002; Curby et al., 2004; Chan et al., 2004), 手書き文字は個別情報(おそらく筆跡など)の側面がより深く処理され、一方、活字の場合には文字の記号としての側面がより深く処理されている可能性が考えられる。

さらに、手書条件において活動している紡錘状回は文字中枢の候補と(e.g., 酒井, 2005), 縁上回は言語処理に関わっていると(e.g., Shulman et al., 2007), そして前頭前野背外側部は情報処理の一時的な保持を担う

ワーキングメモリの重要な役割を果たしている(e.g., 荳阪, 2002)それぞれ考えられている。これらと、体性感覚を司る中心後回の活動とを合わせて考えると、手書き文字は、何らかの体性感覚や運動感覚(おそらくは書字)と結びつけて具体的に文字を捉えようとする傾向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。

文献

- Chan, A. W.-Y., Peelen, M. V., & Downing, P. E. (2004). The effect of viewpoint on body representation in the extrastriate body area. *Neuroreport*, *15* (15), 2407–2410.
- Curby, K. M., Hayward, G., & Gauthier, I. (2004). Laterality effects in the recognition of depth-rotated novel objects. *Cogn Affect Behav Neurosci*, *4*, 100–111.
- Hamzah, M. D., Tano, S., Iwata, M., & Hashiyama, T. (2006). Effectiveness of Annotating by Hand for non-Alphabetical Languages. *Proc. CHI 2006*, 841–850.
- 中村太戯留・田丸恵理子・上林憲行(2007). 手書きによるノートテイキングの有効性に関する検討. 『日本認知科学会 第24回大会 発表論文集』, 518–519.
- 荳阪満里子(2002). 『脳のメモ帳：ワーキングメモリ』. 新曜社.
- 酒井邦嘉(2005). 言葉の脳内処理機構. 『高次脳機能研究』, *25* (2), 47–58.
- Shulman, G. L., Fiez, J. A., Corbetta, M., Buckner, R. L., Miezin, F. M., Raichle, M. E., & Petersen, S. E. (2007). Common Blood Flow Changes across Visual Tasks: II. Decreases in Cerebral Cortex. *J. Cogn. Neurosci*, *9*, 648–663.
- 上野賢太郎・中村太戯留・田丸恵理子・上林憲行(2008). ノートテイキングにおける手書きとワープロの差異の研究：キーワードに注目した比較実験の視点から. 『情報処理学会 第70回大会 発表論文集』, (CD-ROM).
- Vuilleumier, P., Henson, R. N., Driver, J., & Dolan, R. J. (2002). Multiple levels of visual object constancy revealed by event-related fMRI of repetition priming. *Nature Neurosci*, *5*, 491–499.