

外国語単語リーディングにおける母語の文字体系の影響： fMRI 実験による検討

横山悟[†]、金情浩[†]、内田信也[‡]、宮本正夫[†]、吉本啓[†]、川島隆太[†]

[†]東北大学, [‡]国際医療福祉大学
yokoyama@idac.tohoku.ac.jp

Abstract

本研究では、外国語学習者の外国語単語リーディング時に母語の文字体系の影響があるかどうかについて検証するため、機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) による実験を行った。結果として母語の文字体系の違いにより、外国語単語リーディング時における脳活動に違いが見られることが実証された。特に母語と外国語との間に言語構造上の違いが存在する場合、脳内ではより多くの賦活を必要とした。この結果は、母語の違いが外国語理解処理に影響を与えるという仮説を支持する。

Keywords — fMRI, 認知神経科学, リーディング, 文字体系, 第二言語

1. 研究の背景及び目的

近年、母語と外国語は脳内でどのように処理されているか、についての研究が盛んに行われてきている。しかしながら特に **neuroimaging** 研究では、それぞれの実験において使用されている母語・外国語間の特徴の違いについては、あまり考慮されてこなかった[1-3]。この点は、外国語学習における母語の影響があるとすれば、それを利用して外国語学習をより効率的に行う方法の開発につながるため、そのメカニズムの解明は実際の外国語学習・教育の場において有用であると考えられる。

単語のリーディングにおいては、アルファベット・中国語 (漢字)・ひらがななどの文字体系の違いにより、脳内では処理を担当する部位が異なることが分かっている[4]。よって母語と外国語における単語リーディングでは、この文字体系の違いが脳内での処理パターンに大きく影

響する可能性が示唆される。我々が調べた限りでは、母語と外国語との間での文字体系の違いを脳機能画像法で調べた研究が一つ存在する。Tan et al. (2003)では、英語母語話者と中国人英語学習者の双方に、英語単語リーディング課題を行った際の脳活動を fMRI によって撮像した[5]。また、中国人学習者には中国語単語のリーディング課題も行った。その結果、英語母語話者と中国人英語学習者は、同じ英語単語を読んでいるにも関わらず脳活動が異なった。さらには中国人英語学習者の英語リーディング時の脳活動は、中国語単語リーディング時と同じ脳領域での活動が観察された。よって、単語リーディング時の脳内処理パターンは、母語における文字体系処理に使われる部位が担当する、と結論付けた。しかしこの研究では、英語母語話者が中国語単語を読んだ際の脳活動を撮像しておらず、逆が成り立つのか否かについては不明である。また母語と外国語とで文字体系が類似している場合のデータも得られていない。

そこで本研究では、中国人日本語学習者と韓国人日本語学習者に、日本語のひらがな単語を読ませたときの脳活動を fMRI によって撮像し、比較した。中国人の母語の文字体系は表意文字である一方、韓国語の母語の文字体系は表音文字であるため、日本語のひらがなは表音文字であるため、中国人学習者にとっては文字体系が母語と異なるのに対し、韓国人学習者にとっては類似していることになる。よって、同じ日本語単語のリーディングに対し、母語との文字体系との差異による効果を、両群の比較によって検証できる。

2. 方法

実験では、中国人 11 名、韓国人 7 名のデータを、東北大学に設置してある MRI スキャナによって撮像した。口頭で実験説明を行い、書面にてインフォームドコンセントを得た。実験は東北大学で承認を受け、ヘルシンキ宣言に基づき行った。被験者は日本語能力試験 2 級にて両グループに習熟度の差がないことを確認した。年齢にも差がなかった。実験では、MRI スキャナの中で「れいぞうこ」といった日本語能力検定 3 級・4 級から選定した単語を視覚提示し、正しい日本語の単語であるかどうかをボタン押しで判断させた。問題数は 90 問であった。刺激提示時間 2 秒、課題間インターバル 2 秒、6 問ごとに休憩 28 秒を入れた。刺激提示は E-prime software v.1.3 を用いた。解析には標準的 fMRI データ解析ソフト SPM8 を用いた。一般的手順により各被験者データを解析し、中国人・韓国人データを直接比較した。

3. 結果及び考察

結果として年齢・習熟度に差がなく、また全く同じ日本語単語を読んでいるにも関わらず、脳活動に違いが見られた (図 1、2)。よってこの違いは、中国人・韓国人の母語の違いによる影響以外に考えられない。

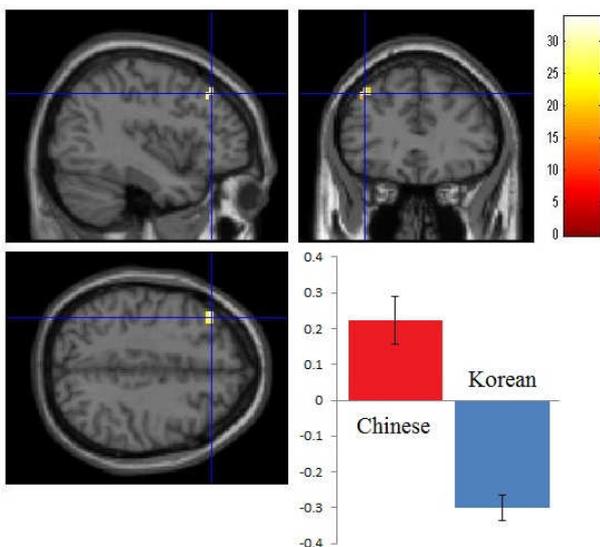


図 1：左中前頭回における活動の違い

ただし、母語の文字体系処理に関与する部位が外国語単語リーディング時にも活動する、という Tan らの仮説とは一部食い違っていた。図 1 の脳領域は表意文字である中国語の処理時に活動する部位と一致しており [4]、外国語であるひらがな処理時にも中国人のみが活動しているため、Tan らの仮説に一致している。しかしながら、表音文字の処理時に活動するとされる左下側頭回 [6,7] では、中国人・韓国人間に脳活動の差がなかった。Tan らの仮説に基づけばこの領域は韓国人のみに活動が見られる領域であるはずであるが、その領域の活動に差は見られなかった。よって中国人は表意文字処理に関与する脳部位も活動していることになる。

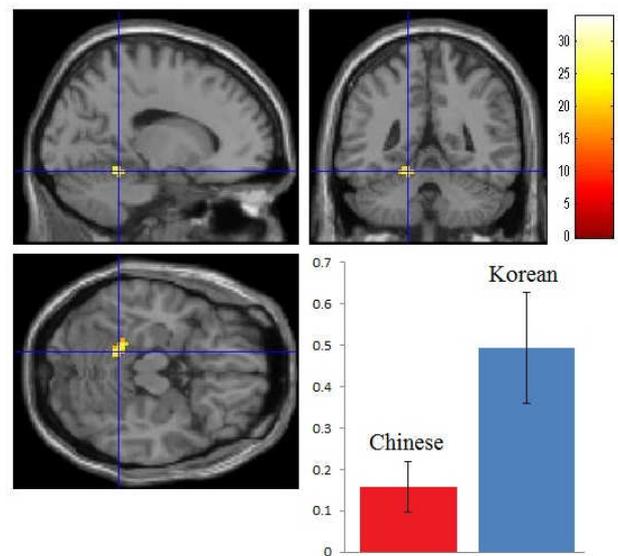


図 2：左小脳における活動の違い

4. 結論

本研究の結果より、母語の文字体系は外国語単語リーディング時の脳活動に影響を及ぼすが、母語の文字体系処理に関与する脳領域のみが外国語処理時にも活動する、という Tan らの主張と少し異なり、外国語処理時には、母語と外国語の間で言語構造上の違いが存在する場合のみ、母語処理・外国語処理双方に関与する脳領域における活動が生じる一方、母語と外国語との間で言語構造上の違いが見られない場合は、

母語・外国語共通で使われる脳部位のみが活動する、という結果となった。これは、母語と外国語との間に言語構造上の違いが存在する場合、脳内ではより多くの賦活を必要とするということから、心内での処理負荷が高いということが示唆される。

参考文献

- [1] Yokoyama, S., Miyamoto, T., Riera, J., Kim, J., Akitsuki, Y., Iwata, K., Yoshimoto, K., Horie, K., Sato, S. & Kawashima, R. (2006) Cortical mechanisms involved in the processing of verbs: an fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 18, pp. 1304-1313.
- [2] Yokoyama, S., Okamoto, H., Miyamoto, T., Yoshimoto, K., Kim, J., Iwata, K., Jeong, H., Uchida, S., Ikuta, N. & Sassa, Y. (2006) Cortical activation in the processing of passive sentences in L1 and L2: An fMRI study. *Neuroimage*, Vol. 30, pp. 570-579.
- [3] Jeong, H., Sugiura, M., Sassa, Y., Yokoyama, S., Horie, K., Sato, S., Taira, M. & Kawashima, R. (2007) Cross-linguistic influence on brain activation during second language processing: An fMRI study. *Bilingualism: Language and Cognition*, Vol. 10, pp. 175.
- [4] Tan, L. H., Laird, A. R., Li, K. & Fox, P. T. (2005) Neuroanatomical correlates of phonological processing of Chinese characters and alphabetic words: A meta-analysis. *Human Brain Mapping*, Vol. 25, pp. 83-91.
- [5] Tan, L. H., Spinks, J. A., Feng, C.-M., Siok, W. T., Perfetti, C. A., Xiong, J., Fox, P. T. & Gao, J.-H. (2003) Neural systems of second language reading are shaped by native language. *Human Brain Mapping*, Vol. 18, pp. 158-166.
- [6] Nakamura, K., Dehaene, S., Jobert, A., Le Bihan, D. & Kouider, S. (2005) Subliminal convergence of Kanji and Kana words: Further evidence for functional parcellation of the posterior temporal cortex in visual word perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*,

Vol. 17, pp. 954-968.

- [7] Sakurai, Y., Momose, T., Iwata, M., Sudo, Y., Ohtomo, K. & Kanazawa, I. (2000) Different cortical activity in reading of Kanji words, Kana words and Kana nonwords. *Cognitive Brain Research*, Vol. 9, pp. 111-115.