

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 11 月 7 日現在

機関番号：32206

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24520643

研究課題名(和文)脳機能計測に基づく外国語文法規則習得過程の研究

研究課題名(英文)A study about second language grammar learning process with functional brain imaging

研究代表者

石鍋 浩 (Ishinabe, Hiroshi)

国際医療福祉大学・保健医療学部・助教

研究者番号：90424051

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)：NIRS (near infra-red spectroscopy) を用いL2習得過程における脳活動を計測し、教育への応用について検討した。韓国語知識ゼロの日本語母語話者を対象に韓国語授業を実施した。韓国語授業終了1週間後と3週間後の2回、韓国語と日本語の行動実験と脳機能計測(J課題、K課題)を実施した。結果、J課題左半球は試行回による差がみられなかったのに対し、K課題左半球は1回目に対し2回目の左半球の賦活が有意に強かった。K課題における左半球の違いはL2習得過程を反映していると考えられた。脳機能計測結果に基づくL2習得の評価や習得過程のモデル化など教育への応用が期待される。

研究成果の概要(英文)：Using NIRS (near infra-red spectroscopy), we measured the activation of Broca's area while acquiring the second language, and we discussed application to the L2 teaching. Japanese native speakers were taught the Korean language in a classroom. The behavioral test and the measurement of cerebral activation were conducted twice; 1 week and 3 weeks after finishing the Korean class. The two sessions were conducted in Japanese and Korean (J-TASK and K-TASK). The Activation in Broca's area by K-TASK showed significantly left-ward Lateralization. This data suggests the language related cerebral activation. The activation of left hemisphere of J-TASK between the 1st and the 2nd session had no significance. On the other hand, the activation of left hemisphere of K-TASK in the second session increased significantly. This data suggests the process of L2 acquisition. The application to the L2 teaching will be expected.

研究分野：第二言語習得

キーワード：外国語教育 第二言語習得

## 1. 研究開始当初の背景

脳科学の教育への応用の試みが行われつつある(岡本ほか 2009, 船田ほか 2011). 虫食い算課題におけるヒント提示が脳活動にどのような影響を与えるか検討した研究では, ヒント提示により方略が獲得された場合とそうでない場合とで, 脳活動に違いがみられている(岡本ほか 2009). 船田ほか (2011) は, 学習の効果と習熟を定義し, その効果を事象関連電位の変化で推定した. その結果, 事象関連電位の潜時と振幅の変化から学習の効果推定の可能性が示されている.

第二言語習得における脳機能の検討も始まりつつある. 日本語母語話者を対象に英語動詞学習に伴う脳活動を fMRI により検討した研究では, 英語の成績向上に比例して Broca 野の活動が増加したことが示されている (Sakai et al. 2004). 英語の構文の学習に伴う脳活動を計測した研究では, 教育の行われなかった構文についても, 行動実験の結果習得が認められ, その際に Broca 野が関与したことが示されている (Yusa et al. 2011).

## 2. 研究の目的

Broca 野近傍が L2 習得に関与している可能性が示されている (Sakai et al. 2004). 今後は, 目標言語能力ゼロの状態からの L2 習得過程を検討する必要がある. また, 学習者の母語と目標言語の体系についての理論言語学的な考察を加えていく必要がある. 先行研究では, 類型論的に系統の異なる英語と日本語を対象としているため, 計測データを言語学的な側面から検討することも残された課題である.

本研究では, 目標言語知識ゼロからの習得過程における Broca 野の活動を検討することを目的とした. はじめに, L2 の文法課題遂行時の脳活動計測によって得られた結果が言語に関わる活動を反映したかどうか, 言語学的考察を行った. 対象言語は, 体系が類似する韓国語と日本語とした. 次に, 習得過程における脳活動の変化を検討し, 教育への応用について考察した. 計測には, より自然な計測環境における L2 習得状況を検討するために NIRS (near infra-red spectroscopy) を用いた.

## 3. 研究の方法

### (1) 対象

外国語能力ゼロからの習得状況を設定するために, 韓国語学習経験のない日本語母語話者を対象 (女性 3 名, 年齢 20±0) とした. 知能検査の一種であるキャッテル CFIT (Culture Fair Intelligence Test) を実施し, 被験者間の知能に大きな隔たりはないと考えられた (Mean: 63.7 (99 点満点), SD :8.1, N = 3).

### (2) 韓国語の授業

対象 3 名に韓国語授業を実施した. 授業は全 5 回, 延べ 10 時間, 教室で一斉に実施し

た. 1 回目と 2 回目は文字 (ハングル) を学習した (計 4 時間). 3 回目から 5 回目は動詞を学習した (計 6 時間). 韓国語動詞は, 母音語幹, 子音語幹, 母音語幹の 3 つのタイプ各 10 語 (合計 30 語) に関し, それぞれ 3 つの活用形を学習した (合計 90 パターン).

### (3) 行動実験

韓国語授業終了 1 週間後と 3 週間後の 2 回, 日本語と韓国語の動詞に関し, 学習した韓国語動詞の活用形および日本語の活用形 (各 90 パターン) の正誤判断課題を実施した (韓国語: 文法 K 課題, 日本語: 文法 J 課題).

韓国語は, 文法 K 課題 2 回目実施前に学習項目の復習を行い, L2 習得過程の状態を実験的に作ることを意図した. 文法 K 課題と文法 J 課題は, 刺激提示ソフトにより PC 画面上に示される動詞の活用形が正しいか判断し, ボタンを押して応答するよう教示した. 両課題とも同時に反応時間 (韓国語: RT-K, 日本語: RT-J) を記録した. 文法 K 課題と文法 J 課題, RT-K と RT-J の試行回の結果を検討した (1 回目と 2 回目). また, 課題間 (例: 文法 K 課題 1 回目 vs 文法 J 課題 1 回目) の結果も検討した.

### (4) 脳機能計測

NIRS を用い日本語動詞活用課題 (J 課題) と韓国語動詞活用課題 (K 課題) を実施し, 脳機能を計測した (NIRS 計測). 行動実験同様, 計測は韓国語授業終了 1 週間後と 3 週間後の 2 回実施した. NIRS 計測は日立メディコ製 ETG-4000 を用いた. 本研究では, Broca 野を含む領域をカバーすると推定される左右半球の 4 チャンネルを関心領域 (ROI: Region of Interest) とした.

動詞活用課題は K 課題, J 課題とも, PC 画面に提示された絵カードを見てその動詞の辞書形 (基本形) を述べた後, 3 種類の活用形を口頭で述べるよう教示した (例: 「乗る」の場合, 「乗る」「乗ります」「乗れば」「乗ってください」). K 課題と J 課題の動詞活用課題遂行中 3 試行分の発語数をカウントした. 課題遂行時に提示した絵カードは, 全て授業で使用したものをを用いた.

## 4. 研究成果

### (1) 行動実験

文法 J 課題の結果, 1 回目と 2 回目の正答率に差はみられなかった (N.S.  $p = .500$ ). 文法 K 課題の結果, 2 回目の正答率が有意に増加した ( $p < .001$ ). RT-J と RT-K は, とともに 2 回目の反応時間が有意に短くなった (日本語:  $p < .001$ , 韓国語:  $p < .001$ ).

課題間の結果を検討したところ, 文法 J 課題 1 回目と文法 K 課題 1 回目は, 文法 J 課題 1 回目の得点が有意に高かった ( $p < .001$ ). 文法 J 課題 2 回目と文法 K 課題 2 回目は, 文法 J 課題 2 回目の得点が有意に高かった ( $p$

< .001). RT-J の 1 回目と RT-K の 1 回目は, RT-J の反応時間が有意に短かった ( $p < .001$ ). RT-J の 2 回目と RT-K の 2 回目は, 日本語の反応時間が有意に短かった ( $p < .001$ ). J 課題遂行中 3 試行分の発語数は, 1 回目の平均が 16.0 語 (SD: 2.6) 2 回目の平均が 17.7 語 (SD: 0.6) であった. 1 回目と 2 回目の発語数に差はみられなかった ( $p = .338$ ). K 課題遂行中 3 試行分の発語数は, 1 回目の平均が 8.7 語 (SD: 0.6), 2 回目の平均が 13.0 語 (SD: 1.0) であった. 2 回目の発語数が有意に増加した ( $p = .039$ ).

文法 K 課題において 2 回目の正答率が有意に高かった. また, RT-K において 2 回目の反応時間が短くなった. ここから, 2 回目に復習を実施したことにより韓国語習得の状態が作り出されたと考えられる. Instruction group に比し non-instruction group の誤答率が高かったとの報告 (Yusa et al. 2011) との類似がみられる.

## (2) ROI 内各チャンネルの賦活様相

ROI 内において, 有意水準を超える  $\square$ [Oxy-Hb] がみられた. 図 1 は, K 課題において有意な賦活がみられたチャンネルの例である. Y 軸は  $\square$ [Hb] (mMmm), X 軸は時間 (秒), X 軸の 0 秒と 30 秒の位置の縦線が課題開始時と終了時を表す. 黒色太線は  $\square$ [Oxy-Hb], 点線は  $\square$ [Deoxy-Hb], 一点鎖線は  $\square$ [Oxy-Hb] の有意水準を表す. K 課題, J 課題とも ROI において課題依存的な  $\square$ [Oxy-Hb] の一過性の増加がみられた. また,  $\square$ [Deoxy-Hb] は一過性の減少がみられた.

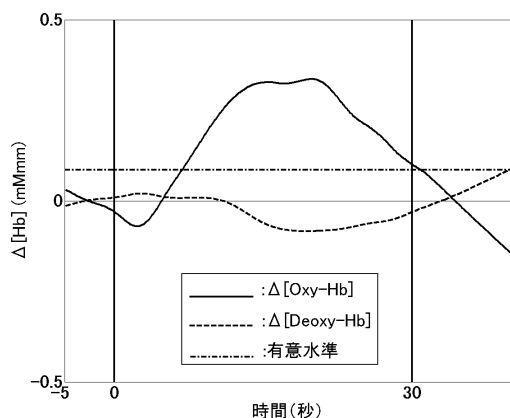


図 1 賦活がみられたチャンネルの例

図 1 の波形は, NIRS 計測で得られる典型的な脳賦活の波形である. K 課題, J 課題の ROI 内において同様の波形が認められたことから, NIRS 計測で得られたデータは, 課題に依存した神経活動を反映したものであると考えられる.

## (3) NIRS 計測: 左右半球の活動の強さ

J 課題 1 回目と 2 回目の左右半球の強さを比較したところ, 1 回目は左半球の活動が有

意に強かった ( $p < .001$ ). 2 回目は, 左右の脳活動の強さに差がみられなかった (N.S.,  $p = 1.000$ ).

K 課題 1 回目と 2 回目の左右半球の強さを比較したところ, 1 回目 2 回目とも左半球の活動が有意に強かった (K 課題 1 回目:  $p < .001$ , K 課題 2 回目:  $p < .001$ ).

K 課題は, 1 回目 2 回目とも ROI 左半球の活動が有意に強かった. 外国語習得過程における Broca 野近傍の賦活が複数報告されている (Sakai et al. 2004, Yusa et al. 2011). これらの知見との一致が認められる. 本研究において学習対象とした韓国語動詞 (母音語幹, 子音語幹,  $\equiv$  語幹) の活用体系は, 統語的にみると日本語と並行的な文法操作の行われる要素であると考えられる. NIRS 計測データに加え, 言語学的分析の観点からも, K 課題の結果は L2 における文法操作時の脳活動の反映を示唆していると考えられる.

## (4) NIRS 計測: 試行回による左半球の賦活

J 課題左半球の試行回による賦活の強さを検討したところ, 1 回目と 2 回目の間に差はみられなかった (N.S.  $p = 1.000$ ). K 課題左半球の試行回による賦活の強さを検討したところ, 2 回目の賦活が有意に強くなった ( $p = .001$ ).

K 課題 ROI 左半球の 1 回目と 2 回目の脳活動の強さの違いは, 習得の過程を反映した脳活動を示唆していると考えられる. この結果は, Sakai et al. (2004) において, 英語の成績向上に比例して Broca 野の活動が増加した結果とも類似する. 行動実験の結果からも, 韓国語動詞文法規則習得の過程にあると考えられる.

## <引用文献>

岡本尚子, 黒田恭史, 前迫孝憲, 江田英雄 (2009) 授業場面を想定した学習過程時の NIRS による脳活動の特徴—小学生を対象とした虫食い算課題におけるヒント提示実験を通して—, 教育実践学研究, 10 (2): 11-20  
船田真理子, 船田忠, 渋川美紀, 赤堀侃司 (2011) 正答率で定義した反復学習効果の事象関連電位による推定, 日本教育工学会論文誌, 35 (3): 193-203

Sakai, K., Miura, K., Narafu, N., Muraishi, Y. (2004) Correlated Functional Changes of the Prefrontal Cortex in Twins Induced by Classroom Education of Second Language. *Cerebral Cortex*, 14: 1233-1239

Yusa, N., Koizumi, M., Kim, J., Kimura, N., Uchida, S., Yokoyama, S., Miura, N., Kawashima, R., Hagiwara, H. (2011) Second-language Instinct and Instruction Effects: Nature and Nurture in second-Language Acquisition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23 (10): 2416-2430

## 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計2件)

石鍋浩, 谷口敬道, 2012, 外国語習得過程における脳活動の研究 - NIRS による経時的検討 - 第2回国際医療福祉大学学会学術大会, 国際医療福祉大学学会

石鍋浩・神戸百合香, 2014, 統語構造の違いが第二言語習得に与える影響 - 人工言語を用いた検討 - , 日本教育工学会研究会

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

石鍋浩 (ISHINABE, Hiroshi)

国際医療福祉大学・保健医療学部・助教

研究者番号: 9042051

### (3)連携研究者

谷口敬道 (TANIGUCHI, Takamichi)

国際医療福祉大学・保健医療学部・教授

研究者番号: 90275785

武田湖太郎 (TAKEDA, Kotaro)

藤田保健衛生大学・藤田記念七栗研究所・准教授

研究者番号: 50618733

神戸百合香 (KAMBE, Yurika)

立教大学・英語ディスカッションセンター・講師

研究者番号: 20582125