

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 25 日現在

機関番号：32689

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23652147

研究課題名(和文) 第二言語習得者におけるスピーキング力と脳活動との関連性の検討

研究課題名(英文) Examining the relationships between speaking ability and brain activity of second language learners.

研究代表者

Manalo Emmanuel (Manalo, Emmanuel)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：30580386

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円、(間接経費) 810,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、日本語を母語、英語を第二言語とする55人の日本人大学生を被験者とし、MRIスキャナの中で、第一言語の日本語・第二言語の英語をそれぞれ用いて、提示された絵について口頭で説明する、という課題を行った。結果として、よりスピーキング結果の複雑さが大きいと、ブローカ領域とウェルニッケ領域における活動が強まった。本研究の成果は、第二言語教育法の開発に直接的に応用可能な、重要な成果であると言える。

研究成果の概要(英文)：This study examined whether second language (L2) speech proficiency measures might have corresponding biological bases. The participants were 55 Japanese university students with Japanese as first language (L1) and English as L2. They described pictures, using L1 and L2 (in different sessions), while fMRI brain scans were taken. The results indicate that L2 speech production requires more brain resources compared to L1 speech production. Preliminary data analyses also provide evidence that L2 proficiency indices are linked to variations in brain activity. Complexity in L2 speech (production of more elaborate utterances) was related to activation in the left hemisphere around Broca's area, while lack of fluency (high use of filled pauses in speech) and use of unfamiliar words in the L2 were both linked to some activation in the anterior part of Wernicke's area. These findings could help in the development of more efficacious instructional strategies for promoting L2 speech acquisition.

研究分野：外国語教育

科研費の分科・細目：人文学・外国語教育

キーワード：第二言語スピーキング 第一言語スピーキング 脳活動 脳機能イメージング 発話の行動指標

1. 研究開始当初の背景

スピーキングは、一般的に第二言語もしくは外国語の学習者における、習熟度を測る最も重要な指標と考えられている。現在では世界的に、多くの人間が第二言語の使用を必要とされており、その第二言語のスピーキング処理の習熟方法は教育者・研究者にとって重要な研究テーマである。

近年、脳機能画像法の発展により、第二言語使用に関する脳内での賦活パターンについての研究が多く行われ、報告が数多く行われてきつつある。しかし、第二言語のスピーキングについての研究は、技術的な側面による制限があり、未だ数が少ない状況にある。本研究が始まる前の時点で、第二言語のスピーキングに関する行動指標、例えば流暢性、正確性、発話の複雑度などと、脳活動との関係について研究を行ったという報告はなされていなかった。つまり、流暢に第二言語を発する学習者が、流暢には話せない学習者と、脳内での活動パターンがどのように異なるのか、ということに関しては、明らかにされていなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、第二言語のスピーキング能力と、それに対応する脳活動パターンとの関係性を明らかにすることであった。これは、単に脳内での第二言語の発達・習熟に関わる脳内変化の解明、というだけではなく、学習者・教育者にとって、生物学的な根拠を持った、教授法や学習ストラテジーの開発に直接的に繋がる可能性があるものである。

我々の主要な仮説は以下のとおりである。第二言語スピーキング能力と脳活動との関係性において、1. 第二言語の発話における困難度は、手続き的記憶に関わる脳部位での活動との関係が見られる、2. 語彙の想起や形態統語的な処理に関わる部位での活動が、第二言語での正確性と関連する、3. 語彙意味的な処理に関わる脳部位は、第二言語の流暢性と関係がある、という以上三つの仮説である。

3. 研究の方法

58 人の日本人英語学習者を被験者とした。ただし、そのうち3名はデータ上の問題により、解析から排除された。最終的に、55名の被験者を対象とした。

被験者はMRI スキャナの中において、提示された絵を口頭で説明する課題を課された。この課題には、日本語・英語それぞれ31問ずつの問題、合計62問があり、絵が画面に提示され、その内容を30秒の間に説明する、

というものであった。イベント関連デザインを用いて問題が提示された。課題の開始時には、日本語か英語か、どちらで回答するか、の指示が最初に提示され、その後30秒間、できるだけ文を完成させるよう指示を与えられた状態で、絵の説明を行った。各問題間には、4秒のインターバルを設けた。

解析ではまず、各被験者において、日本語・英語それぞれの問題を条件として分け、被験者ごとに日本語・英語での説明時の脳活動を計算した。その後、群間解析として、日本語と英語の直接比較、及び日本語と英語それぞれに対し、行動指標との相関関係を探る解析を行った。

4. 研究成果

行動指標との関係性の解析の前に、日本語と英語の脳活動の直接比較を行った。結果として、スピーキングや発話・発声・音韻性作業記憶等に関与する部位として知られている、ブローカ領域や頭頂葉での脳活動が、第一言語よりも第二言語のスピーキング時に強まっていることが確認された。図1の結果が、第二言語スピーキング時の脳活動から、第一言語スピーキング時の脳活動を統計的に差分した結果である。

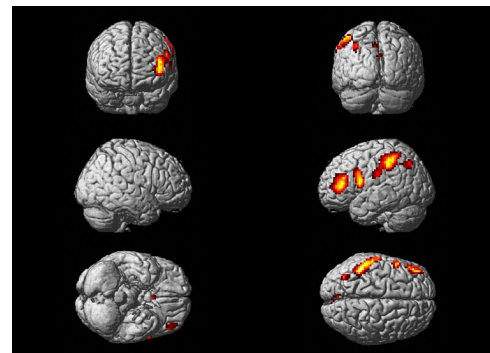


図1. 第一言語よりも活動が強まった、第二言語スピーキング時の脳賦活部位

現時点では脳活動データの解析は進んでいるが、行動指標に関するデータが膨大であるため、脳活動データと行動指標データとを合わせた、最終目的のための解析までは終わることができていない。しかしながら、現時点で終わられている中間段階での結果を整理したところ、いくつか興味深い予備的な結果が得られている。

図2の結果は、全被験者の行動データがそろっていないため、解析途中段階での予備的な結果ではあるが、発話内容の複雑さの指標 (words per terminable unit) と、第二言語発話時の脳活動との相関を示した結果である。より複雑な発話をすればするほど、左半球のブローカ領域及びその周辺領域における活動が強まっていることが分かる。また、

後頭葉及び小脳における活動も見られる。ブローカ領域およびその周辺の活動については、第一言語・第二言語共に、統語処理に関わるという報告が数多くなされている部位であり、発話の複雑さが統語処理負荷と関係したことにより、活動が強まった、という解釈は妥当であると言える。右半球の小脳の活動も、第二言語処理に関与があるという報告が近年増えてきている。

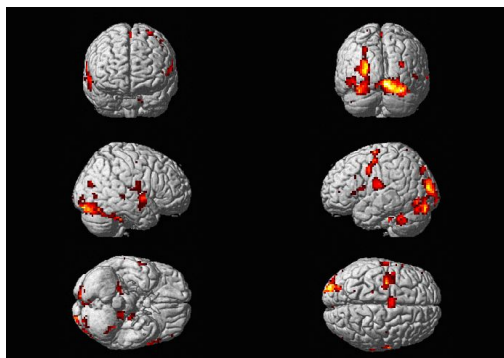


図 2. 複雑な発話の度合いと関連した脳活動部位

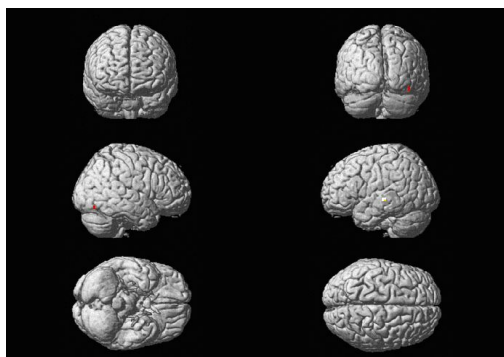


図 3. filled pauses の量と関連した脳活動部位

図 3 で示した結果は、filled pause の使用量と脳活動との相関である。Filled pause とは、「aahhh」や「ummm」など、次の発話を組み立てているときに現れる声を伴った pause のことである。結果として、小さくはあるが、左半球の中側頭回中部、ウェルニッケ領域前方での活動が見られた。これらの領域は、語彙認知関連の課題遂行時に活動することが報告されており、次に発すべき語を頭の中で探しているときの脳活動を反映したものである可能性がある。図 4 は、あまり一般的でない語、もしくは英語には存在しない語を発した数との相関関係である。活動部位は図 3 と近いものであった。この結果も、発話すべき語を探した結果、適切な語が見つからずに発話せざるを得なかった、ということから、図 3 と類似して、発話すべき語を探している時の脳活動として捉えられた可能性がある。

本報告執筆時の段階において、特に行動指標のデータの解析を終え切ることができな

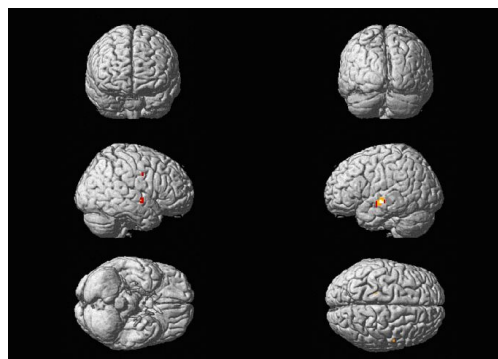


図 4. 一般的でない語、もしくは第二言語に存在しない語の量と関連した脳活動部位

い状況である。しかし、本研究の中心的な目的は達成できている。すなわち、第二言語スピーキング能力の行動指標と、脳活動パターンとの関係性において、統計的に意味のある相関関係が観察されており、その結果は生物学・神経科学上の先行研究との結果とも矛盾がなく、妥当であると考えられるものであった。今後は、急ぎデータ解析を進め、論文及び学会発表等において、成果を公表していく所存である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

Yokoyama, S., Kim, J., Uchida, S., Miyamoto, T., Yoshimoto, K., & Kawashima, R. (2013). "Cross linguistic influence of first language writing systems on brain responses to second language word reading in late bilinguals", *Brain and Behavior*, 3, pp.525-531, Reviewed. DOI: 10.1002/brb3.153

横山悟、エマニュエルマナロ、田中エリス伸枝、高橋慶、橋爪寛、鄭媽婷、川島隆太。(2012). 「習熟度の異なる日本人英語学習者による英文理解過程」『電子情報通信学会技術研究報告』112 (145)、査読無し、pp.13 - 17.

Yokoyama, S., Jeong, H., Ojima, S., Chiba, K., Manalo, E., & Yoshimoto, K. (2012). An approach to second language acquisition from cognitive neuroscience. Not Reviewed, *Proceedings of the 29th Annual Meeting of the Japanese Cognitive Science Society*, pp.58-65.

〔学会発表〕(計 2 件)

吉本啓、横山悟、ジョンヒョンジョン。「第

二言語習得への脳認知科学からのアプローチ」日本認知科学会第29回大会、2012.12.15, 日本、仙台.(企画・司会)
Manalo, E. Do variations in L2 speaking performance correspond to detectable differences in brain activity? Paper presented at the 29th Annual Meeting of the Japanese Cognitive Science Society, December 13-15, Sendai, Japan.

6 . 研究組織

(1)研究代表者

マナロ エマニュエル (MANALO, Emmanuel)
早稲田大学・理工学術院・教授
研究者番号：30580386

(2)研究分担者

横山 悟 (YOKOYAMA, Satoru)
東北大学・加齢医学研究所・助教
研究者番号：20451627

田中エリス 伸枝 (TANAKAERISU, Nobue)
早稲田大学・理工学術院・助教
研究者番号：70593698