

令和元年6月3日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K02745

研究課題名(和文) 明示的・暗示的言語知識テスト開発と個人差 - 脳科学的アプローチによる検討 -

研究課題名(英文) Neural correlates of implicit and explicit linguistic knowledge of second language learner and individual differences

研究代表者

Jeong Hyeonjeong (Jeong, Hyeonjeong)

東北大学・国際文化研究科・講師

研究者番号：60549054

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、脳機能イメージングの手法を用いて、第二言語学習者の暗示的知識と明示的知識の処理に關与する脳メカニズムを解明することである。そのため、日本人英語学習者と中国人日本語学習者を対象に、暗示的知識と明示的知識を測定する二つのfMRI実験を行なった。その結果、日本で英語を学習している英語学習者のほとんどは明示的知識に關与する脳領域を用いて英語の文法を処理しているが、日本で日本語を学習している中国語母語話者は、暗示的知識に關与している脳領域を用いて日本語の文法処理を行っていることがわかった。これらの結果から、学習環境が暗示的・明示的知識の質と量を定める重要な要因であることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでの外国語教育研究において、暗示的・明示的知識の質的な違いを明確に分離することは困難であった。その問題点を脳機能イメージングの手法を用いることで克服することが本研究の学術的意義である。また、本研究では、明示的・暗示的知識の神経基盤を明らかにし、その神経基盤に及ぼす要因(環境、学習者要因等)を特定することが可能になった。本研究の示唆は、外国語環境の学習者であっても暗示的知識の習得が可能であること、またその知識を育成する指導法の開発につながるということである。

研究成果の概要(英文)：Many second language (L2) studies that have used behavioral measures such as accuracy and reaction time have shown that L2 learners' linguistic knowledge might be sensitive to the type of task and the level of L2 proficiency. However, little is known about the neural mechanisms of the two types of L2 knowledge (i.e., implicit knowledge and explicit knowledge). The current study examined neural correlates of explicit and implicit knowledge and how they differ according to the type of task, the level of L2 proficiency, and the type of learning environment. The participants were Japanese learners of English, most of whom were studying English in Japan, and Chinese learners of Japanese who were studying Japanese in Japan. Our results suggest that EFL (English as a foreign language) and JSL (Japanese as a second language) learners relied mainly on declarative and procedural knowledge, respectively, to process L2 grammatical knowledge.

研究分野：第二言語習得

キーワード：第二言語習得 暗示的・明示的言語知識 脳内メカニズム

1. 研究開始当初の背景

社会の急速なグローバル化の進展に伴って、情報や考えなどを相手に発信していくための外国語能力を今後一層高めていくことが緊迫の課題である。文部科学省は、日本人に「アジアの中でトップクラス」の英語力を育成する必要があると提言している。日本人に高度な英語力を育成するためには、正確な言語運用を支える分析的な明示的知識 (explicit knowledge) だけではなく、流暢な言語運用を支える直感的な暗示的知識 (implicit knowledge) を育成するための指導法やその評価法を開発する必要がある。しかし、国外でも暗示的知識と明示的知識の評価方法及びそれらを効果的に育成する指導法の研究は非常に遅れ、国内に至っては科学的なデータはほとんど存在しない。先駆けて最も引用される Ellis (2005, *Studies in Second Language Acquisition*, 以下 *SSLA*) では、暗示的知識と明示的知識を別々に測定するテストが開発され (研究計画・方法を参照)、その妥当性が検証されている。その後、Bowels (2011, *SSLA*)、Gutierrez (2012, *SSLA*)、Ercetin & Alpetekin (2013, *Applied Psycholinguistics*)、Zhang (2015, *SSLA*) 等の研究が行われ、Ellis (2005) の研究成果を裏付けている。しかし、(1) テストが真に暗示的知識を測定しているのか、(2) テストが学習者要因の影響を受けるのか、といった問題点が存在する。まず、正答率や反応時間で推測するという研究手法では、流暢で直感的な暗示的知識と分析されてはいるが高度に自動化された明示的知識を完全に分離することは不可能である。確かに、日本のような外国語環境で学んだ学習者は、まず明示的知識を身につけ、日々の努力や留学等を通して、明示的知識が自動化し、流暢な言語使用が可能になるという説明も可能である (DeKeyser, 2003, 2009)。しかし、理論的に暗示的知識と明示的知識は質的に異なる知識と捉えられるため、これまでの研究手法以外でのイノベーションが必要である (Rebuschat, 2013, *Language Learning*)。一方、近年脳科学的実験方法や解析手法の発達により、様々な認知活動における暗示的・明示的処理に関する神経基盤が明らかになりつつある。本研究はこの点に着目し、外国語教育研究が抱えている問題点を脳科学的アプローチと融合することで克服しようと考えた。さらに、暗示的・明示的知識習得の度合いは、学習者の適性(言語分析能力、ワーキングメモリなど)が重要な要因であると言われている (Suzuki & DeKeyser, 2017)。本研究は、脳イメージング手法を用いてこれらの問題も検討した。

2. 研究の目的

本研究では、明示的および暗示的学習の神経基盤メカニズムを明らかにするため、2つの課題を検討する。第1に、これまでの第二言語話者の明示・暗示的知識を測定する既存の言語テストの妥当性を fMRI (functional magnetic resonance imaging) を用いて検証する。第2に、暗示的知識の獲得のために、明示的学習と暗示的学習のプロセスがどの程度用いられているかを、学習者の言語課題中の脳活動と学習者の適性との関係を分析することで検証する。

3. 研究の方法

平成 27-28 年度には日本人英語学習者の文法知識における暗示的・明示的知識と英語母語話者のそれとはどのように異なるのか、習熟度が上がるにつれて学習者の暗示的・明示的知識はどのように変化するのかを検証するために、fMRI を用いた実験 1 (日本人英語学習者実験) を行

なった。平成29年には、実験1の研究結果が他の言語学習者にも当てはまるのか、また、第二言語環境で第二言語を学習している学習者は暗示的知識を有しているのかを検討するために、実験2(中国人日本語学習者)を行なった。

3.1. 実験1：日本人英語学習者実験

33名の日本人英語学習者と30名英語母語話者が参加した。暗示的・明示的知識を測定可能な課題遂行時の脳活動をfMRIを用いて測定した。刺激として、文法的に正しい文160文と文法的に間違っている非文160文を準備した。これらの刺激を用いて、文の内容が事実かどうかを判断する事実判断課題(Truth Value Judgment; TVJ)、文が文法的に正しいかどうかを判断する文法性判断課題(Grammaticality Judgment Test; GJT)を実施した。それぞれの課題が、暗示的・明示的知識を測定すると想定されている。各被験者の課題遂行中の血流の変化を3T-MRI(フィリップス社製アチーブ)で測定した。課題の成績が平均60%以下だった日本人2名と頭の動きが大きかった日本人1名を除き、残りの参加者の脳活動データからすべて正しく答えた文のみを対象とし、解析を行った。fMRIデータ分析用のソフトSPM12を用いて、被験者内及び被験者間の分析を行った。すべての結果の閾値はクラスタレベル(cluster-level)で多重比較補正後の $p < 0.05$ を基準にした。

3.2. 実験2：中国人日本語学習者実験

日本語の文法に関する明示的・暗示的知識を測るために、被験者(中国人母語話者の留学生・日本語母語話者の大学生)には日本語のそれぞれの知識を測定すると考えられる2種類のテストを受けてもらった。具体的には、明示的知識が測定可能なテスト(word-monitoring test: 単語に焦点を当てるが、文法的なエラーに無意識に気づく能力)と、暗示的知識テスト(elicited imitation test: 音声で聞いた文の中の文法的なエラーを瞬時に検知し正しく文を繰り返す能力)を測るテストを実施した。それぞれの課題遂行中の脳活動をfMRIで測定した。更に、暗示的な学習(SRT task, Tower of London Task)と明示的な学習(LLAMA-B, LLAMA-F, MLAT-4)に関する学習者要因を測る適性テストを、fMRIスキャナーの外で実施した。統計値の設定は、実験1と同様である。

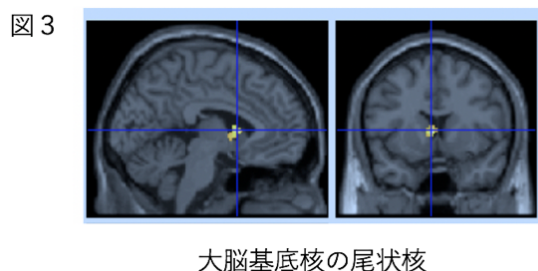
4. 研究成果

実験1の分析の結果、脳データの分析結果、英語母語話者は、事実判断課題・文法性判断課題のどの課題においても非文を処理する際、左半球の下前頭葉と大脳基底核の一部で高い活動が検出された(図1)。このことは、母語話者の場合、課題に関わらず、手続き的記憶システムを用いて文法の間違いを処理していることを示唆している。一方、日本人英語学習者の場合は、事実判断課題では非文と正文では有意な脳活動の差は検出されなかった。さらに、文法に注意を向けさせた文法性判断課題を行う際は、母語話者と比べ、前帯状皮質を活発に使っていることがわかった(図2)。前帯状皮質は、言語処理より注意の制御や認知制御一般に関与する領域で、明示的知識を取り出す際に必要なメタ認知機能で関与しているとされている。このことから、日本人英語学習者は教室で学習した明示的文法知識を利用して文法を処理していると考えられる。この結果を裏付けるように、学習者の英語の習熟度が高くなればなるほど、文法性判

断課題を行う際に、宣言的記憶システムである海馬傍回の活動が高くなる結果も検出されている。



実験2の分析の結果、日本で日本語を習得している中国語母語話者は、明示的知識が測定可能なテスト(word-monitoring test)を遂行する際に、暗示的知識の処理に特化している大脳基底核を用いて日本語の文法処理を行っていることが検出された(図3)。さらに、大脳基底核の活動と暗示的学習の適性テストの得点の間に中程度の相関関係が見られた(ピアソン積率相関係数=.41)。この結果は、学習者は暗示的知識を用いて日本語の文法を処理しており、その暗示的知識を処理する能力は、学習者の暗示的適性とも密接な関係があったことを示唆する。



上述した日本語英語学習者の結果と、実験2の中国語日本語学習者のデータの結果を総合すると、環境(第二言語として日常的に使用する地域か外国語として教室外では使用しない地域か)、被験者の習熟度、暗示的・明示的学習の適性が、暗示的・明示的知識の質と量に影響を与える重要な要因であることがわかった。現在、データをまとめ論文投稿を準備している。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計3件)

1. Jeong H, Ellis R, Suzuki W, Kashkouli Nejad K, Thyreau B, Magistro D, Yokoyama S, Kawashima R (2015). An fMRI study on implicit and explicit second language knowledge modulated by task types and proficiency level. Proceedings of The 17th Annual International Conference of the Japanese Society for Language Sciences (pp. 162-163).
2. 鄭 嫣婷, 第二言語学習者の宣言的・手続き的知識: fMRI による測定外国語教育メディア学会 関西支部メソドロジー研究部会, 北海学園大学 豊平キャンパス, 2017. 7.

3. Suzuki, Y., Jeong, H., Cui, H., Okamoto, K., Kawashima, R., Sugiura, M. (2018, September). A real-time sentence processing task measures L2 implicit grammatical knowledge: A role of procedural memory. Poster presented at CoNSALL (Cognitive Neuroscience of Second and Artificial Language Learning), Bangor University, Bangor, UK. September 21-23.

〔図書〕（計 1 件）

1. 鄭 媽婷「使える文法知識は脳のどこにあるのか？第二言語の暗示的知識と明示的知識を支える神経基盤」（8章）『最新研究からわかる言語学習での暗示的知識・明示的知識の働き』 鈴木 渉・佐久間 康之・寺澤 孝文（編），大修館書店（2019.10 出版予定）

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：ティロー バンジャマン

ローマ字氏名：Thyreau Benjamin

所属研究機関名：東北大学

部局名：スマート・エイジング学際重点研究センター

職名：助手

研究者番号（8桁）：30709522

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：鈴木 祐一（神奈川大学 准教授）

ローマ字氏名：Suzuki Yuichi

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。