

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 7 日現在

機関番号：32408

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22520605

研究課題名（和文） 脳機能画像法を用いた第2言語語彙処理プロセスの研究

研究課題名（英文） A Functional Brain Imaging Study of L2 vocabulary processing

研究代表者 千葉 克裕 (CHIBA KATSUHIRO)

文教大学・国際学部・准教授

研究者番号：50352547

研究成果の概要（和文）：

日本における英語学習において、初級学習者はL2英悟の語彙を日本語の翻訳を介して理解しているか、また上級になると直接第2言語を処理するようになるか、という習熟度の変化にともない第2言語語彙処理プロセスが変化するかどうかを脳磁図(MEG)を用いて観察した。分析の結果から上級者は単語認知処理において処理速度が速く、また初級者は脳のより多くの部位を使用して意味処理を行っているとは判断された。

研究成果の概要（英文）：

The current research tried to answer the question whether beginners understand English words through Japanese and whether they will be able to process English words directly in English as their level increase. Experiments were conducted in order to observe the process of L2 vocabulary processing in our brain with MEG (magnetoencephalography). The results indicate that advanced learners are faster at lexical processing than beginners, and that beginners utilize broader areas of the brain in semantic processing.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	8,100,000	3,510,000

研究分野：

科研費の分科・細目：言語学・外国語教育

キーワード：第2言語習得理論

1. 研究開始当初の背景

日本の英語教育は、近年まで中学校で正式に開始されてきた。この時期は一般的に思春期にあたり、言語学的には言語習得の臨界期と考えられ、母語(日本語)の言語体系は確立していると考えられる。また、ほとんどの地域では一歩学校を出れば英語でコミュニケ

ーションをとる機会は全く無い典型的なEFL(外国語としての英語)環境である。このような環境下で、教室という人工的な空間における形式的教授を通しての意識的学習をとおして言語能力を身につけた場合、学習者はL1(日本語)を通してL2(英語)を身につけていく。しかし、学習が進むにつれてある

種の表現や単語は無意識に口をついて出るのは多くの学習者が経験する。Kroll & Stewart (1994)はこのプロセスを説明するため改訂版階層モデル(Revised Hierarchical Model, 以下 RHM)を提案し(図 1)、第 2 言語学習者が上達していく過程の中間言語の語彙表象レベルおよび意味概念レベルの結び付きの発達をモデル化している。これは L1 と L2 のそれぞれの語彙と共通概念の結びつきにはその数と強さとに差があるという階層性を主張するものである。

従来の第 2 言語語彙処理プロセスはモデルに則った反応時間による実験に基づき推論により構築されてきた。しかし、近年の脳機能画像法の発達により、非侵襲的に直接観察が可能となりつつあった。様々な観点から実験・研究がなされてきたが、第 2 言語の語彙処理、特に第 1 言語とのかかわりの観点からの研究は類例がほとんどない状態であった。日本語を介しての語彙処理プロセスを解明することは言語学、神経言語学、外国語教育のいずれの分野においても必要とされていた。

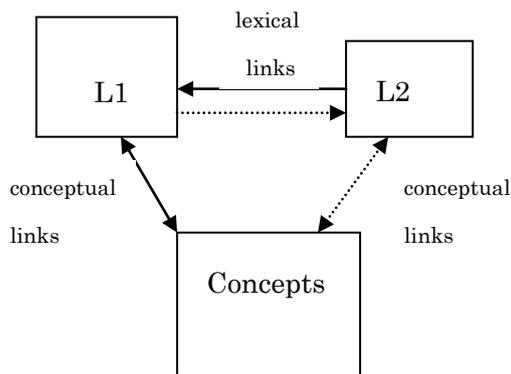


図 1 Revised Hierarchical Model
Kroll & Stewart (1994)にもとづく

2. 研究の目的

上述のように、日本のような EFL 環境での語彙習得過程において学習当初は母語による翻訳を経て単語を理解するが、学習が進むにつれて母語を介さずに直接意味概念へアクセス出来るようになるというモデルは、神経言語学的には証明されていない。さらにまた、一体どの時点で第 1 言語が介在せずに第 2 言語の理解が可能になるのかも未だに解明されていない。本研究では脳内辞書(メンタルレキシコン)に焦点を当て、脳機能画像法を援用し、以下の 3 点について第 2 言語語彙処理のプロセスを考察する。

- (1) 初級学習者は語彙処理において母語(日本語)を使用して意味処理を行っている

か。

- (2) 習熟度が上がれば、第 2 言語(英語)を直接意味処理できるようになるか。
- (3) 初級学習者と上級学習者の第 2 言語語彙処理時の賦活部位と処理時間に違いはあるのか。

3. 研究の方法

従来の研究で採用されてきた EEG による脳波(ERPs)の測定では、脳の外側から電気的信号を計測するためその信号がどこで発信され、脳内のどこを伝わってきているかを特定することが出来ない、つまり空間分解能に劣り、言語の機能局在を観察できないという短所があった。また、fMRI による研究は高い空間分解能を持つが、血流の変化を捉えるという原理上、時間分解能に大きく欠けるという問題がある。一方、MEG は脳神経細胞群の電気活動により生じる磁場を計測することにより、時間軸情報を保持しつつ、頭蓋など伝達経路の影響を受けずにその信号の発信源を特定することが可能である。つまり MEG によって、EEG の空間分解能と fMRI の時間分解能の二つの問題を同時に解決し、視覚野、運動野、言語野の活動を時間的・空間的に同時に観察することが可能になる。

本研究は、語彙判断課題、意味判断課題、翻訳課題の 3 つの課題により構成し、30 名の被験者を対象に実験を行った。第 1 段階の解析として、語彙判断課題と意味判断課題の 2 つの実験における反応時間と、英語理解に関する総合的な習熟度テストである Minimal English Test とのスコアとの関係性を探った。

第 1 の実験である語彙判断課題ではモニター上にある文字列を提示し、その単語が英単語(word)か非英単語(pseudo word)かをボタン押しにより判断させた。これは英語学習者の単語理解における単語認知の反応時間や正確さを測定する課題である。被験者は画面に提示される語に対し、英単語であれば人差し指のボタンを押し、非英単語であれば中指のボタンを押して回答するよう指示された。提示する語数は英単語 100 語(生物 50・非生物 50)、非単語 50 語とした。

刺激語は 200 語の生物名詞と 200 語の非生物名詞を MRC Psycholinguistic Database (Wilson, 1988) から抽出した。これは、意味判断課題として行う生物・非生物判断課題とのカウンターバランスをとり、被験者間で 2 つの課題による違いの影響を排除するためである。また、Palmer et. al. (2010) にならい、文字数、音節数、親密性の各項目について条件間に差が出ないようにデータベースを用いて調整した。pseudo word は ARC Nonword Database (Rastle & Coltheart, 2002) から英単語と同じ文字数と音節数で抽出し、さらに、1) 英語の正字法的に正しい綴

りのみ、2)語頭が正字法的に正しいものみ、という条件で統制した。一瞥して非単語と判断できるものはなく、すべての単語を音声化したうえで判断する必用がある文字列である。

第2の実験の意味判断課題 (semantic decision task) は、モニター上に提示される語が生物を表す語 (animate) か非生物を表す語 (inanimate) かを回答するよう指示された。その単語が生き物を表す単語であれば人差し指のボタンを、生き物以外を表す単語であれば中指のボタンをボタン押すように指示された。1ユニットの課題数は生物 50 語、非生物 50 語であった。

本実験は、MEG (脳磁図計測器) 内で横臥姿勢で行った。実験プログラムはE-Prime 2.0 上で作成し、頭上の画面に提示される課題に対し、正解なら人差し指、不正解なら中指のボタンを押して回答させた。一つの実験ユニットは刺激語提示 (1000msec)、+マーク (2500msec)、*マーク (1000msec) の組み合わせにより構成され、被験者は刺激語を提示された後なるべく早く回答するように指示された。また、まばたきは極力避け、どうしても必要な場合は*マークが提示された時間帯にまばたきするよう指示された。反応時間は刺激語提示の瞬間をオンセットとして計測した。

4. 研究成果

(1) 実験方法の確立

予備実験として Snodgrass & Vanderwart (1980) の標準化された線画を用い、英語と日本語による意味正誤判断課題により実験を行った。線画と単語の正誤判断を行わせ、MEG により脳の賦活部位を撮像したが、結果として有意な分析が出来なかった。その理由としては線画の視覚情報処理に多大な付加がかかり、脳の賦活が大きくなりすぎたため言語処理に関わる信号を特定することができないことが確認された。そのため言語刺激による測定方法として前述したデータベースから客観的基準による刺激語の選定、語彙判断課題、意味判断課題、翻訳課題の差分法による実験デザインを確立した。

(2) 反応時間による分析

語彙判断課題、意味判断課題、翻訳課題の3つの課題により構成し、30名の被験者を対象に実験を行った。第1段階の解析として、語彙判断課題と意味判断課題の2つの実験における反応時間と、英語理解に関する総合的な習熟度テストである Minimal English Test とのスコアとの関係性を探った。

分析の結果から習熟度が単語理解の処理速度へ与える効果は、意味アクセスに至る前の単語認知処理の段階で影響を与えている

と判断され、高習熟度学習者と低習熟度学習者の違いは英単語の文字認知の処理速度の違いであり、いったん単語として認知してしまえば初級学習者でも意味へのアクセス時間は変わらないという事が示唆された。習熟度の目安の一つと考えられる「流暢さ」が第2言語の処理時間・反応時間の速さと仮定すれば、今回の実験の結果からその「速さ」は意味アクセス処理の時間ではなく単語認知の処理速度と結論づけた。

(3) センサーレベルの解析

本研究では、50ms - 150ms、100ms - 300ms、300ms - 500ms のタイムウィンドウで信号強度と習熟度テスト MET の得点との相関を分析した。

語彙判断課題の 50-150ms では、主に左半球の前方で多くの正の相関を示したことから、上級学習者が初級学習者と比較して統計的に有意に賦活量が大きいと判断した。同様に、100-300ms のタイムウィンドウは主に負の相関を示したことから、時間が経過しても初級者は脳の活動が続いていることを示している。これらのことから、上級学習者は「単語の lexical form に関する情報へのアクセスが早い」と結論づけた。

意味判断では、左半球前方の正の相関を示したチャンネルは語彙判断課題と共通すると同時に、右側頭部の前部に負の相関を示す、つまり初級者が活発に賦活するチャンネルを示した。これは、初級学習者は上級学習者と比較してより多くの部位を使用して語彙処理を行っていると考えた。同様に、100-300ms のタイムウィンドウで負の相関を示したことから初級学習者が上級学習者より多くのエネルギーを意味判断に費やしていると判断された。

(4) まとめ

本研究では、第2言語処理における第1言語の介在を神経言語学的に証明するという類例のない課題に挑むものであった。刺激語の選定から実験デザインの確定まで多くの時間を要したが、MEG による言語処理、特に第2言語語彙処理時の脳活動の観察、分析に一定の方向性を見いだすことが出来たことが大きな成果である。当該研究では反応時間とセンサーレベルの解析に留まったが、今後信号源の解析により習熟度による賦活部位の違いの特定が課題として確認された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

① 千葉克裕、吉本啓、横山悟、川島隆太、

第2言語の習熟度と語彙処理速度の検証—語彙判断課題および意味判断課題の反応時間から—、東北大学高等教育開発推進センター紀要、査読有、第7号、pp.35-42

②千葉 克裕、第2言語学習者の語彙処理過程に関する研究—脳機能画像法による検証—、JACET言語教師認知研究会研究集録2012 (ISSN 2186-7585)、査読有、第2号、pp.45-49

〔学会発表〕(計3件)

①千葉 克裕 第2言語学習者のメンタルレキシコン—脳機能画像法による検証とその課題—、大学英語教育学会 東北支部例会 平成22年11月27日 仙台市民会館

②千葉 克裕 授業における教室言語(日本語使用)に対する認知：ニューロイメージング研究の動機として、JACET言語教師認知研究会 第7回研究発表会、平成23年11月26日、共立女子大学

③千葉 克裕 MEGによる第2言語語彙処理と習熟度に関する研究、2012年12月15日、仙台国際センター

6. 研究組織

(1) 研究代表者

千葉 克裕 (CHIBA KATSUHIRO)

文教大学・国際学部・准教授

研究者番号：50352547

(2) 研究分担者

吉本 啓 (YOSHIMOTO KEI)

東北大学・高等教育開発推進センター・教授

研究者番号：50282017

(3) 連携研究者

横山 悟 (YOKOYAMA SATORU)

東北大学・加齢医学研究所・助教

研究者番号：20451627