

英単語認知時の脳活動の予備的検討

Pilot study on brain activity during English word recognition

佐々木 辰彌^{*1}, 秋元 頼孝^{*2}, 中平 勝子^{*3}Tatsuya Sasaki^{*1}, Yoritaka Akimoto^{*2}, Katsuko T. Nakahira^{*3}^{*1}長岡技術科学大学^{*1}Nagaoka University of Technology

Email: s173336@stn.nagaokaut.ac.jp

あらまし：本研究では、簡易脳波計を使用して英単語認知時の脳波計測を行い、そのデータを予備的に解析した。その結果、中学生1年レベルの単語と高校生3年レベルの単語を見た時に脳活動に差があることを確認した。英単語を見たときの脳活動から該当単語の習得度を評価できれば、その情報を英単語学習に活用できると考えられる。今後は、英単語学習プログラムの作成を目的とし、機械学習を用いた脳波データの分類を課題としている。

キーワード：英単語学習、被験者実験、簡易脳波計

1. はじめに

日本では、生活上のコミュニケーションの道具として日本語を使用するが、近年、ビジット・ジャパンキャンペーンや観光立国推進基本計画の策定・推進など、日常生活時であっても来日者と接する機会が増える可能性が高いことから、外国語習得の必要性が増している⁽¹⁾。また、2020年東京オリンピックを控え、外国人観光客や留学生が年々増加しており、日本語だけでは意思疎通が難しい、看板などに書かれていることが伝わらないなど、情報の授受ができない場面が多くなると推測できる。こうした状況に対応する意味でも、第二言語習得は意味のあるものになると考えられる。

日本では、長らく文法訳読法と呼ばれる、単語や文法を暗記してから目標言語の文章を母語に翻訳し、内容を理解することを特徴とする語学教授を行っており、単語と文法の習得が言語の習得に繋がると考えられている。本研究では、外国語の中でも初等・中等教育で正規科目に取り上げられている英語を対象に、その習得過程における脳活動に着目する。情動反応、集中度や記憶力を脳波計によって分析できる^(2,3)ことがわかっているため、それらを応用し、レベルの異なる単語を見た時にそれぞれの脳波を比較・解析し、習得度を評価する見込みである。

本稿では、簡易脳波計を用いて中学生1年レベルの単語と高校生3年レベルの単語を見た時の脳波を解析し、単語レベルの違いによって脳活動に変化があるか予備的に調査した。

2. 実験方法

2.1 刺激提示プログラム

本実験では、Python 統合開発環境である PyCharm を使用して刺激提示プログラムを作成した。図1に、刺激提示のタイムスケジュールを示す。プログラムを実行すると、英単語1つにつき6秒の定時時間がある。内訳は次の通りである。視線固定のための注

視点が1秒提示された後、英単語が2秒提示される。その後、再び注視点が1秒提示され、最後に和訳が2秒提示される。本稿では、中学生1年レベルと高校生3年レベルの英単語データをそれぞれ200単語ずつテキストファイル形式で用意し、それぞれから無作為に50単語ずつ、計100単語を呈示用として選択する。単語レベルによって交互に呈示されることはなく、呈示順番・レベルはランダムである。

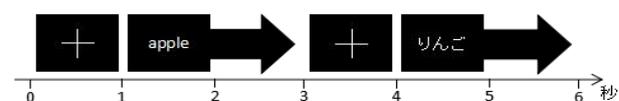


図1 1単語あたりの刺激呈示スケジュール (図内の「+」は注視点を表す)

2.2 簡易脳波計

本研究では、脳波計測に簡易脳波計である Emotiv 社製 EPOC+を用いた。従来の脳心理学研究では大掛かりな医療用装置を用いて研究していたが、EPOC+は装着に手間がかからず、また無線通信によって通信用 PC へ送信を行われるため被験者の行動が制限されない⁽²⁾という利点がある。よって、脳波を英単語学習に活用することを目指す本研究には、簡易脳波計が目的に合致している。

2.3 実験概要

刺激呈示プログラムによる刺激実験を行った。被験者は右利きの健常な二十代男性1名(理系大学生)である。週に1回、計4回実験した。計測時間は1回約30分、計2時間とした。

実験手順は次の通りである。被験者には PC の前に座り、電極に生理食塩水をつけた上で簡易脳波計を装着してもらい、実験中はあまり動かないように指示した。脳波データは逐次 PC に送られる。サンプリングレート 128Hz で脳波を計測した。

データ解析を行うにあたり、無意識な行動に由来

するアーチファクト⁽⁴⁾の中でも人の制御が効きづらい瞬目成分を除去するため、独立成分分析により、これを取り除いた。

計測した14チャンネル(AF3, AF4, F3, F4, F7, F8, FC5, FC6, T7, T8, P7, P8, O1, O2)のデータ全てに1-50Hzのバンドパスフィルタをかけ、 $\pm 100 \mu V$ 以上変動があった試行は解析対象から除外した。その後、チャンネルごとに分別し、中学生1年レベルの単語と高校生3年レベルの単語、和訳それぞれの条件で周波数スペクトルを計算し、 $p < 0.05$ を閾値としてグラフにした。

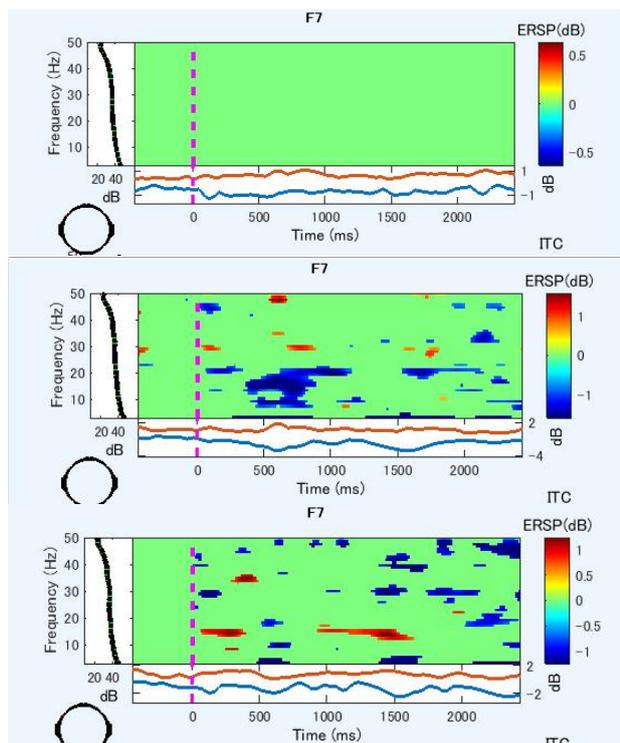


図2 チャンネルF7のスペクトログラム(上から和訳・中一英単語・高三英単語)

3. 結果と考察

図2は14あるチャンネルのうち最も結果が顕著に表れたF7の解析データを3次元のグラフ(時間, 周波数, 信号成分の強さ)で表した。赤色は周波数成分のパワー増加を, 青色は周波数成分のパワー減少を示している。

高校生3年レベルの単語を画面に呈示した時は, 脳波に特徴的な変化はないが, 大きな変化が現れたのは中学生1年レベルの単語を画面に呈示した時で, 約400msから800msの間でパワーの減少が著しく認められる。全14チャンネル中10チャンネル, 前頭葉部分の8チャンネルでは全てで同様の結果が得られた。周波数帯域は約8-22Hzで, おもにアルファ波とベータ波でパワーが減少していることがわかった。

図2上は和訳を見た時のグラフであるが, 一切反応がない。しかし, 別のチャンネル5カ所で図3の

ような時間帯・周波数帯域でパワーの減少が見られた。

結果から, 被験者にとって易しい単語と難しい単語を見た時では, いくつかのチャンネルに限定して脳波に変化があることが確認できた。原則として脳の活性度が高くなると全ての脳波の振幅は減少する傾向を示す⁽⁵⁾と言われる。それを踏まえて, 中学生1年レベルの単語の条件で, アルファ波とベータ波のパワースペクトルが減少したのはいずれも和訳を思い出す分, 思考と集中を必要としたからだと考えられる。

逆に, 高校性3年レベルの単語を見た時では顕著な反応を認めなかった理由は, 単語を見て瞬時に思い出せないことを悟り, 思考を停止したからだと解釈した。

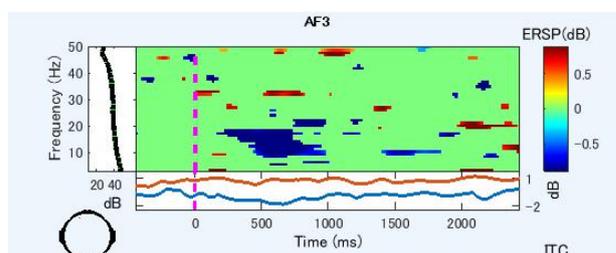


図3 チャンネルAF3, 和訳を見た時のスペクトログラム

4. 今後の課題

本研究では脳波計を用い, 学習レベルの違う英単語を認知したときの脳活動には差があることが見受けられた。この結果を受け, 今後被験者数を増やし同様の傾向が見られるか確認したいと考えている。好結果を得られれば, 今後はそれに基づいて機械学習を用い, 脳活動の二値判別を行う。判別できることが確認できた場合には, 試作的に英単語学習支援システムを開発する。

参考文献

- (1) 畠山義啓: “新たな英語学習法”, 高田短期大学紀要第29号, pp.171-80 (2011)
- (2) 平井章康, 吉田幸二, 宮地功: “簡易脳波計による学習時の思考と記憶の比較分析”, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム2013 論文集, pp.1441-6 (2013)
- (3) 安田恒, 石井信, 大須理英子: “機械学習を用いた脳波からの情動反応の読み取り”, 日本第78回大会, p.895 (2014)
- (4) 宇城研悟: “アーチファクト対策”, 特集「臨床脳波を行う技術者のために」, pp.393-8 (2014)
- (5) 中川尊雄: “脳波・脳活動に基づくプログラム理解の困難さ測定”, 奈良先端科学技術大学院大学, (2017), 博士論文

謝辞: 本研究は科研費(16K12451, #4903, 17H06382)の助成を受けたものである。長岡技術科学大学の高野凱氏に, 刺激提示プログラムの作成に多大なる協力を頂きました。