

平成 30 年 5 月 9 日現在

機関番号：15401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16801

研究課題名(和文)脳機能と視線の動きからみる日本人大学生英語学習者の英語文学作品読解プロセスの特徴

研究課題名(英文)A Study on Literary Reading Processes by Japanese University Learners of English With NIRS and Eye-Tracking

研究代表者

西原 貴之(Nishihara, Takayuki)

広島大学・教育学研究科・准教授

研究者番号：50469590

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文):本研究では、脳機能計測装置と視線計測装置を用い、(a)学習者の英語詩読解時の脳の賦活状況は日本語詩読解時のそれとどのように異なるのか、(b)学習者の英語詩読解時の脳の賦活状況は、英語説明文読解時のそれとどのように異なるのか、という研究課題を調査した。

(a)に関しては、2つのチャンネルを除いて、日本語読解時よりも英語詩読解時の方が賦活が高い傾向があったこと、ただし、統計的有意差は2つのチャンネルでのみ見られたこと、が確認された。(b)に関しては、すべてのチャンネルで英語説明文読解時よりも英語詩読解時の方が賦活が高い傾向があり、2つのチャンネルでこの傾向に関して統計的有意差が検出された。

研究成果の概要(英文):Using the instruments for NIRS (Near-infrared spectroscopy) and eye-tracking, this study examined the following two research questions: (a) How does the brain activation of Japanese university learners of English under English poetry reading differ from that under Japanese poetry reading? and (b) How does their brain activation under English poetry reading differ from that under English expository reading?

Regarding the first research question, (i) the brain activation under English poetry reading was stronger than that under Japanese poetry reading at most of the channels; and (ii) however, statistical significance for supporting this result was found at only two channels on the right hemisphere. Regarding the second question, (iii) the brain activation under English poetry reading was stronger than that under English expository reading at all the channels, and (iv) however, statistical significance for supporting this result was found at only two channels on the left hemisphere.

研究分野：英語教育学

キーワード：英語文学読解 英語詩読解 NIRS 脳機能 アイトラッキング 英語教育 読解指導 英語詩

### 1. 研究開始当初の背景

近年、英語教育学、英語学、英米文学の知見を活用しながら英語文学教材指導モデルの構築が目指されている。ただし、日本人英語学習者が英語で文学作品を読む際にどのように読むのか、その実態はほとんど明らかにされておらず、この部分がブラックボックスのまま指導実践や指導研究が進められている。

一方で、学習者の大脳新皮質の活動をリアルタイムに観察することを可能とする脳機能計測装置(近赤外分光法を用いた装置)が開発されてきている。これは、調査参加者の大脳新皮質に微弱な近赤外光を照射し、その光が血中ヘモグロビンにどの程度吸収されるかを見ることで、当該部位の賦活状況を調べるものである。この方法は調査者に何ら危険を及ぼすものではなく、しかも頭部に装置を取り付けるだけで後は課題取り組み時の脳の賦活を自然な状況で観察することができる。この装置を用いれば、日本人英語学習者の英語文学作品読解の特徴の一端を調査することが可能である。

申請者は、平成 24~26 年度に科学研究費補助金研究課題(挑戦的萌芽研究)「脳機能からみる日本人英語学習者の英語文学読解プロセスの特徴の研究」(課題番号: 24652126)において、この脳機能計測装置を用いて、日本人大学生英語学習者 32 名の協力のもと、英語詩読解時の言語野の賦活状況について調査を行った。

本研究は、この前回の科学研究費補助金研究課題の反省点に基づき、調査方法を刷新した上で日本人大学生英語学習者の英語詩読解時の脳の賦活状況を調べたものである。

### 2. 研究の目的

本研究は、脳機能計測装置と視線計測装置を用いて、日本人大学生英語学習者の英語文学作品読解プロセスの特徴と問題点を調べ、大学における英語文学教材読解指導モデル構築のための基礎となるデータを得ることを目的とした。具体的には、本研究は、以下の項目を検討した。

(a) 学習者の英語詩読解時の脳の賦活状況は日本語詩読解時のそれとどのように異なるのか

(b) 学習者の英語詩読解時の脳の賦活状況は、英語説明文読解時のそれとどのように異なるのか

### 3. 研究の方法

#### (1) 調査参加者

調査参加者は、利き手が右手である日本人大学生英語学習者 28 名(男性 14 名、女性 14 名)である。英語力に関しては、TOEIC のリーディング・セクションで言うところの 245 点から 435 点の学習者が含まれている(平均

値は 357.2 点、標準偏差は 63.5)。また、文学経験に関しては、日本語と英語両方において乏しく、現在の日本人大学生としては平均的な集団である。

#### (2) 調査材料

今回の調査では、英語詩、英語説明文、日本語詩をそれぞれ 3 つずつ用意した。まず、調査で使用する英語詩と日本語詩をインターネット・サイト(著名な作家による詩を多く収集しているサイト)と詩集から選択した。詩はいずれも短く、語彙的に容易であり、人の日常(ただし、宗教的なものや性的なものは除外)を扱っているものとした。次に、それぞれの英語詩が扱っているテーマと共通する内容の英語説明文(定義文)を、辞書の記載等を参考に、調査者と英語母語話者で協力して作成した。結果として、英語のテキストについては計 3 対のテキストペアを準備した。なお、英語詩と日本語詩についてはテーマの統制を取ることができなかったため、テーマ上の共通性はない。

今回調査で使用したテキストは以下の通りである。なお、括弧内の数値は、字数(日本語)/語数(英語)とテキストに含まれる語彙レベル(語彙の平均使用頻度レベル)(英語のみ)を指す。語彙レベルは JACET8000 を基に算出した(1.0 から 9.0 の間の値を取り、値が小さいほど使用頻度が高く、学習者には語彙的に容易であることを意味する)。英語のテキストペアに関しては、語彙レベルでテキスト間に統計的に有意な差が出ないように調整した。

- ・日本語詩 1: 岸田衿子「なぜ花はいつも」(39 字)
- ・日本語詩 2: 武者小路実篤「友達の喜び」(57 字)
- ・日本語詩 3: 八木重吉「素朴な琴」(44 字)
- ・英語詩 1: Robert Frost, "The Secret Sits" (17 語、1.0)
- ・英語説明文 1: secret の定義文(20 語、1.1)
- ・英語詩 2: Langston Hughes, "Island" (30 語、1.6)
- ・英語説明文 2: island の定義文(33 語、1.0)
- ・英語詩 3: Roger McGough, "Cake" (16 語、1.1)
- ・英語説明文 3: cake の定義文(21 語、2.2)

脳機能計測装置としては、島津製作所の LIGHTNIRS を用いた。今回の調査では、左右両側それぞれ 10 箇所の大脳新皮質の賦活を調べた。この装置は、近赤外光を調査参加者の大脳新皮質に向かって照射し、その光の血中ヘモグロビンによる吸収率を調べることで、各部位のヘモグロビン濃度を推定する。したがって、光の吸収率が大きいほど、その部位には血液が集まっており、結果としてその部位の賦活が高まっていると判断することになる。この装置により、調査者がテクス

トを読んでいる最中の各部位の賦活をリアルタイムで観察・記録することが可能となる。

合わせて、視線計測装置として、Tobii社のアイトラッカーTX300を用いた。この装置は、調査参加者がパソコンスクリーン上のどの部分を見ているかを時間軸に沿って記録することが可能である。今回の調査では、この装置を脳機能計測装置と同期させ、調査参加者の各テキストの読解終了時間を確定するのに使用した。

これら以外に、調査参加者の個人特性を把握する目的で、利き手を調べるThe Edinburgh Handedness Inventory、視力に関する質問紙（重度の乱視や斜視がないかどうか）、光過敏性てんかんの既往歴及びそれに類する症状がないかどうかを尋ねる質問紙（視線計測装置がまれにこの症状を持つ人に害をもたらす可能性があるとしてされているため）、英語力に関する質問紙（取得した英検の級やTOEICのスコアなど）、英語詩と日本語詩の読解頻度及びそれらの読解が好きかどうかを尋ねる質問紙、も使用した。

### (3) 調査手順

調査参加者の募集は、調査者が担当する2年生以上を対象とした英語関連専門科目で行った。募集時には、調査参加者の条件（日本人であること、右利きであること、重度の乱視や斜視がないこと、光過敏性てんかんの既往歴がないまたはそれに類する症状がないこと）、調査の目的、方法、調査機器の安全性、報酬等について説明を行った。

参加希望者には、書面で同意書を書いてもらい、同時にThe Edinburgh Handedness Inventory（利き手に関する質問紙）、視力に関する質問紙、光過敏性てんかんの既往歴及びそれに類する症状がないかどうかを尋ねる質問紙によって調査参加条件を満たしているかどうか再確認した。その結果、希望者は全員すべての条件を満たしていたため、全員に参加してもらう形とした。さらに、英語力に関する質問紙、英語詩と日本語詩の読解頻度及びそれらの読解が好きかどうかを尋ねる質問紙に回答してもらった。

調査は、調査室で調査参加者ごとに個別に実施した。調査時には、まず調査手順、調査課題、注意事項の説明を行った。調査課題の説明では、英語詩、英語説明文、日本語詩の3種類のテキストを3つずつ読んでもらうこと、それらのテキストがパソコン上にランダムに提示されること、各テキストを読み終わるたびに「終わりました」と声を出して調査者に知らせること、詩を読む場合は作者がその作品を通して伝えたいことは何かを考えてもらうこと、説明文を読む場合はそのテキストは何について述べた文章であるか考えてもらうこと、調査の最後に口頭でと課題に解答してもらうこと、後で視線の動きを一緒に見て変わった動きがあった場合は質問させてもらうこと、答

えが分からなかった場合はそのことをその時に伝えてもらうこと、答えが分からなくても調査に支障をきたさないこと、を伝えた。また、上記のとりのやり取りをボイス・レコーダーに録音する許可も口頭で得た。では、その答えの確信度（百分率）も合わせて口頭で述べてもらった。

次に、脳機能計測装置の装着と設定、視線計測装置の設定を行い、調査を行った。

課題がすべて終了し、脳機能計測装置を取り外した後、読んだテキストを紙媒体で読んだ順に提示し、答えとその答えの確信度を述べてもらった。これらはボイス・レコーダーに記録した。

最後に、視線計測装置で記録した視線の動きを調査者と調査参加者と一緒に確認した。各テキストについて、変わった視線の動きが見られた場合は、その時何を考えていたのか、なぜそのような動きをしたのか、を質問し、回答してもらった。このやり取りもすべてボイス・レコーダーに記録した。

### (4) 分析手順

まず、調査参加者が「終わりました」と答えた辺りの視線の動きを確認し、その妥当性を確認した。ただし、参加者の実際の読解終了時間と「終わりました」と発言するまでに時間差が生じてしまうため、実際の分析では「終わりました」の声から5秒前までを分析対象とした。

次にこの読解終了時間をもとに調査参加者ごとに英語詩読解中、英語説明文読解中、日本語詩読解中、のオキシヘモグロビン濃度（先行研究で最もよく使用される値）の平均値を算出した。ただし、この数値は調査開始時点のオキシヘモグロビン濃度を0と設定し、それとの相対値という形で計測地点ごとに計測されている。つまり、オキシヘモグロビンの絶対濃度を意味しているのではない。そこで、z変換した値を用いて、各調査参加者内で課題ごとにどのようにオキシヘモグロビン濃度の値が変化したのかという観点から分析を行った。

## 4. 研究成果

チャンネルの配置は、1~10チャンネルが左脳、11~20チャンネルが右脳である。両側とも側頭部に計測装置を装着した。具体的な配置は以下の図を参照されたい。

	1		2		3	
4		5		6		7
	8		9		10	

図1. 左半球のチャンネル配置（右が前方）

	11		12		13	
14		15		16		17
	18		19		20	

図2. 右半球のチャンネル配置（左が前方）

機器のトラブルやノイズ量等により、チャンネルによって一部の調査参加者のデータが使用できない状態となった。したがって、チャンネルごとに分析対象とした調査参加者数が異なっていることに注意されたい。以下に、各チャンネルで分析対象とした調査参加者数をまとめた。

表 1. 各チャンネルで分析対象とした調査参加者数（奇数行：チャンネル番号、偶数行：分析対象とした調査参加者人数）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	24	23	18	25	20	20	23	22	20
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9	23	22	18	21	23	22	11	22	24

#### (1) 調査課題 (a) の検討

まず、チャンネルごとに、各読解課題遂行中の調査参加者ごとの平均オキシヘモグロビン濃度に  $z$  変換を施した値に対して、有意水準 5%としてウィルコクソンの符号付順位和検定を行った（既に述べた通り、今回扱うデータは相対値であり、データに正規性を仮定することには問題があると考えたため、ノンパラメトリック検定を用いた）。その結果、

第 7、8 チャンネルを除いて、日本語読解時よりも英語詩読解時の方が賦活が高い傾向があったこと、ただし、統計的有意差はほとんどのチャンネルで確認することができず、第 16、20 チャンネルでのみ有意差が見られたこと、が確認された。つまり、全体としては、英語詩読解時の方が日本語詩読解時よりも脳の賦活が高く、第 16、20 チャンネルではこの傾向が統計的に支持される形となった。

#### (2) 調査課題 (b) の検討

同じく、チャンネルごとに、各読解課題遂行中の調査参加者ごとの平均オキシヘモグロビン濃度に  $z$  変換を施した値に対して、有意水準 5%としてウィルコクソンの符号付順位和検定を行った。その結果、すべてのチャンネルで英語説明文読解時よりも英語詩読解時の方が賦活が高い傾向があったこと、

第 1、6 チャンネルではこの傾向に関して統計的有意差が検出されたこと、が確認された。つまり、全体としては、英語説明文読解時よりも英語詩読解時の方が脳の賦活が高く、第 1、6 チャンネルではこの傾向が統計的に支持された。

#### (3) その他の結果

調査実施手順の最後に報告してもらった課題解答の確信度についても分析を行った。調査参加者全員の確信度を比較したところ、英語詩と日本語詩の間に確信度に違いは見られず、かつ両者は英語説明文の確信度よりも低いという結果となった。上記 (2) の結果と関連づけると、より難しいと感じた英語詩読解時の方が脳の賦活が高くなる傾向が

見られ、両結果にある程度の一貫性が見られる。それに対して、上記 (1) の結果については調査参加者の主観的感覚としては英語詩読解と日本語詩読解を同程度に難しいと感じていたにもかかわらず、英語詩読解の方が値が高くなる傾向が見られた。ただし、これらの傾向が統計的に支持されたチャンネルはそれぞれ少ないため、解答確信度と脳の賦活の関係は今後さらなる調査によって明らかにしていく必要がある。

また、今回の調査とは直接的には関わらないが、 $z$  変換したオキシヘモグロビン濃度と読解時間の相関を各チャンネルでテキスト別に調べた。大半は統計的に有意な相関関係は観察されなかった。しかしながら、一部そのような相関関係が確認されるケースが見られた。まず、英語詩 2 に関して、第 2、9、13、16、19 チャンネルで中程度の正の相関が確認された。次に英語詩 3 に関して、第 6、8、9、14、15、16、19 チャンネルで中程度から比較的大きな負の相関が確認された。英語説明文 1 に関して、第 17、20 チャンネルで中程度の正の相関が見られた。最後に、日本語詩 3 に関して、第 8、16 チャンネルで中程度の負の相関が確認された。相関分析全体としては何らかの一貫した傾向は見られなかったものの、有意な相関係数のみに着目すると、読解時間とオキシヘモグロビン濃度が正の共変を示す傾向のあるテキスト（英語詩 2、英語説明文 1）と負の共変を示す傾向のあるテキスト（英語詩 3、日本語詩 3）があるようである。この点については今後の研究でさらなる調査が必要である。

#### (4) 今後の課題

今回の調査では、機器のトラブルとノイズ量が原因で、チャンネルによってデータが極端に少なくなる事態が生じた。ノイズに関しては、読解が終わるたびに調査者に「終わりました」と告げるように指示していたが、その際に顔の筋肉が動くことにより、装置がずれてしまうケースが出たようである。今後は、ボタンを手に持たせ、それを押して読解終了を知らせてもらうなど、よりノイズが少なくなる方法を考えていく必要がある。

申請者は、平成 24～26 年度に科学研究費補助金研究課題（挑戦的萌芽研究）「脳機能からみる日本人英語学習者の英語文学読解プロセスの特徴の研究」（課題番号：24652126）において、同様な調査を行っている。しかし、今回は前回とは調査方法や調査装置を変えて調査を行った。例えば、前回の調査では読解時間に制限を設けたが、今回の調査では設けていない。また、前回の調査ではテキストの提示順序を固定したが、今回は調査参加者ごとにランダム化している。さらに、調査材料の変更、調査参加者の英語力の違い（今回の調査の方が前回の調査よりも一般に調査参加者の英語力が高い）、などもあ

る。したがって、今回の調査と前回の調査を単純比較するのは危険である。ここでは、今後の課題として注目に値するいくつかの点を挙げるにとどめる。

まず、前回の調査では、詩の読解に関しては、ウェルニッケ野近辺の2つのチャンネルで日本語の方が英語よりも統計的に有意に強く賦活していたことが確認された(ただし、課題解答の確信度には両言語で違いが見られない)。それに対して、上記(1)にあるように、今回の調査ではウェルニッケ野近辺の第8チャンネルではこの傾向が見られたもの(ただし、統計的には支持されていない)。ほとんどのチャンネルでは逆の傾向が見られた(ただし、この傾向が統計的に支持されたのは2つのチャンネルのみである)。母語と外国語での詩の読解の違いについては今後さらなる調査が行われる必要がある。

次に、前回の調査では、英語に関して、課題の確信度はジャンル間に大きな違いが見られるが、そのことはウェルニッケ野の賦活に反映されない(英語詩読解と英語説明文読解の課題解答に対する確信度には大きな違いがあるにもかかわらず、読解時のウェルニッケ野の賦活の強さには違いが見られない)という結果が得られている。今回の調査では、すべてのチャンネルで英語説明文読解時よりも英語詩読解時の方が賦活が高い傾向があった。ただし、この傾向が統計的に支持されたチャンネルはわずか2つであり、前回の調査結果が再確認されたと考えることも可能である。したがって、前回のこの調査結果については、ウェルニッケ野に限った問題ではない可能性(前回の結果が今回の調査で再確認されたと考える場合)、確信度の違いは実は脳の賦活に反映されている可能性(前回とは異なる結果が今回の調査で確認されたと考える場合であり、より多くのデータを集めればこのことが確認される可能性)、の両方を想定して、追調査が必要である。

今回得られた調査結果は今回選択した詩の個別の特性によるのか、それとも詩というジャンル全体に当てはまるのかを明らかにする必要がある。そのためには、様々な作家や様々な流派の詩を用いて、類似した調査を繰り返す必要がある。特に今回の調査では、テキストによって読解時間と脳の賦活の共変関係が異なる可能性が示唆されている。日本人英語学習者の英語文学作品読解処理を明らかにしていく上では、この点の分析は重要である。

今回の調査では、依然として調査参加者はどのようにして英語詩読解、英語説明文読解、日本語詩読解を行っているのか不明である。今後、様々な方法を組み合わせる形で調査を実施し、各読解処理の特徴を明らかにしていく必要がある。

英語力や文学経験など異なる背景の学習者を比較対照した調査も今後実施していく必要がある。このことを行うためにはより大きな規模で類似調査を行う必要がある。

小説や戯曲など他のジャンルについても同様な調査が必要である。

今回の調査は、具体的な教育的示唆を導くにはまだほど遠い。一方で、具体的なデータがない状態で、英語文学教材を使った英語教育が実施されている。今後様々な調査材料、調査参加者、読解条件の中で調査を繰り返してデータを蓄積し、日本人英語学習者の英語文学作品読解の特徴を明らかにし、その指導実践に示唆を導いていく必要がある。

## 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)

西原貴之、英語で文学作品を読む際に大学生英語学習者はどのような点につまづくか：一般英語の授業実践から、『第89回大会 Proceedings: The 89th General Meeting of The English Literary Society of Japan, 20-21 May 2017 (付2016年度支部大会 Proceedings)』、査読無、2017、109-110

西原貴之、日本人大学生英語学習者の英語詩読解中の脳の賦活状況：近赤外分光法(NIRS)を用いて、『第87回大会 Proceedings: The 87th General Meeting of The English Literary Society of Japan, 23-24 May 2015 (付2014年度支部大会 Proceedings)』、査読無、2015、29-30

### [学会発表](計 4 件)

西原貴之、コミュニケーション英語・の文学教材に見られる文法事項と文体論的特徴：文学教材を指導できる高等学校英語教師を育成するための一考察(シンポジウム『英語教育と文学』) 第70回日本英文学会中国四国支部、2017年10月29日、就実大学(岡山県・岡山市)

西原貴之、英語で文学作品を読む際に大学生英語学習者はどのような点につまづくか：一般英語の授業実践から(シンポジウム第12部門『教材としての文学を今、考える：授業実践を踏まえたメッセージ』) 第89回日本英文学会、2017年5月21日、静岡大学静岡キャンパス(静岡県・静岡市)

西原貴之、文学を使った英語教育における到達度テスト研究の現状と課題、公開

シンポジウム Literature and Language Learning ~ 文学を用いた英語教育最前線 ~、2015年11月28日、京都大学吉田キャンパス（京都府・京都市）

西原貴之、日本人大学生英語学習者の英語詩読解中の脳の賦活状況：近赤外分光法（NIRS）を用いて、第87回日本英文学会、査読有、2015年5月23日、立正大学品川キャンパス（東京都・品川区）

〔図書〕（計 3 件）

Takayuki NISHIHARA, John Benjamins, *Scientific Approaches to Literature in Learning Environments* (第8章), 2016, 18 (151-168)

西原貴之、溪水社、言葉で広がる知性と感性の世界 英語・英語教育の新地平を探る（第11章）2016、10（119-128）

Takayuki NISHIHARA, Palgrave Macmillan, *Literature and Language Learning in the EFL Classroom* (第7章), 2015, 16 (115-130)

〔その他〕

ホームページ等

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/ntakayk/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西原 貴之 (NISHIHARA, Takayuki)

広島大学・教育学研究科・准教授

研究者番号： 50469590