

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：17501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350279

研究課題名(和文)NIRSを用いた多読の脳科学的効果の検証

研究課題名(英文)The effects of Extensive Reading in terms of brain science

研究代表者

大下 晴美(OSHITA, Harumi)

大分大学・医学部・准教授

研究者番号：00618887

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、NIRS(近赤外線分光法)を用いて脳科学的見地から多読指導法の違いによる効果の差を検証した。その結果、多読前後での脳活性化状態の差は見られたが、指導法の差による効果の差は見られなかった。さらに、本研究では、様々な多読教材(電子書籍vs.紙書籍、挿絵有vs.と挿絵無、音声有vs.音声無)の効果を検証するパイロットスタディも実施した。その結果、挿絵有教材の有効性が脳活性化状態から確認され、特に多読初期の段階における多読教材としての絵本の有用性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：This study analyzed the effects of two Extensive Reading (ER) approaches by measuring brain activation patterns with near-infrared spectroscopy (NIRS). The results indicated that the brain activation patterns differed between pre- and post-ER but didn't show significant differences between the ER approaches. This research also involved some pilot studies to investigate the effects of various ER materials (e-books vs. paper books, books with pictures vs. books without pictures, books with audio vs. books without audio). The results suggested that books with pictures were effective in terms of brain science and picture books were the most appropriate ER materials, especially at the beginning of ER.

研究分野：英語教育

キーワード：多読 NIRS 視線追跡

1. 研究開始当初の背景

現在、多量の目標言語を読むことによって読解力を育成する「多読」が中・高・大の教育現場で注目されている。「多読」により、日本の英語教育で欠けていると言われていた目標言語のインプット量を補完することによって、読解力のみならず、語彙力、文法力、学習意欲なども効果的に育成することができるという実践報告がなされている (Day & Bamford, 1998; 高瀬, 2010; 大下, 2010, 2013)。

また、NIRS (近赤外線分光法) や fMRI (機能的磁気共鳴画像法) などの脳活動を可視化する技術の発展に伴い、脳科学と言語に関する研究が進んでいる (大石, 2006; 竹内, 2011)。しかし、多読による言語情報処理メカニズムの変化を脳科学的見地から検証した研究はまだ少ない。そのため、多読が読解力向上に資する要因を脳科学的見地から検証を行うことは、教育的意義があると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、多読の指導法、教材について多角的に検証するために、NIRS と視線計測装置を用いて測定することによって、脳科学的側面からの示唆を得ることを目的とした。その結果として、多読における指導法、教材に関する教育的示唆を得ることを目指した。そのために、本研究では 4 つの実験を実施する。各実験の目的は以下の通りである。

【実験】

多読指導法の違いによる効果の差

目的：多読においては、「読む」ことに対するモチベーションの維持が成功の鍵である。大下 (2013) は、多読指導で一般的に行われている「辞書は引かない」「分からないところは飛ばす」「進まなくなったらやめる」の多読 3 原則に則った多読指導 (酒井他, 2005) (Independent Extensive Reading 群, IER 群) と、グループで回し読みをしながら、読んだ本の情報や感想を共有する多読指導 (Cooperative Extensive Reading 群, CER 群) を実践し、その結果、後者の指導法の方がより効率的に読解力を育成することができるという示唆をしている。この示唆を脳科学的立場から検証する。

【実験】

多読教材における挿絵の効果

目的：多読指導初期段階では、教材として絵本が使用される場合が多い。多読用教材としての絵本の使用は、日本語に翻訳しない読み方を習得することができる (西澤他, 2010)、絵が内容を理解する上での助けとなり、読むことへの意欲・自信を向上させる (渡邊, 2016) 点で効果的であると示唆されている。この示唆を脳科学的立場から検証する。

【実験】

多読教材提示媒体の違いによる効果の差

目的：電子書籍の普及により、電子書籍を用いた多読の実践報告が増加傾向にある (Pino-Silva, 2006; 中野, 2013)。また、提示媒体の違いによる脳科学研究も少しずつ進み、特に前頭前皮質の反応は紙媒体の方が強く、紙媒体の方が情報を理解させるのに優れていると示唆している (トッパン・フォームズ, 2013)。この示唆が多読教材の提示方法に関しても当てはまるのかをパイロット実験として脳科学的立場から検証する。

【実験】

音声付多読教材の効果

目的：近年、多読と多聴を同時に取り入れた実践報告も増えつつあり、Lightbown et al. (2002) は、3 年間オーディオリンガルの指導を受けた学習者よりも多読活動と多聴活動を組み合わせた CBP (comprehension-based program) を継続的に行った学習者は、理解力と口頭発表のテストにおいて優れていたと報告している。音声再生機能が充実した電子書籍の普及により、今後ますます多読 + 多聴の実践は増加すると考えられるため、この示唆をパイロット実験として脳科学的見地から検証する。

3. 研究の方法

(1) 使用機器

本研究では、すべての実験において、脳血流量を測定するために NIRS (日立メディコ社製, ETG-7100, 47 チャンネル) と実験・
 ・ に関しては、実験参加者が実験課題文を読み終わった時間を推定するために視線計測装置 (竹井機器 TalkEye Lite T.K.K. 2950) を使用した。NIRS のプローブは、脳波記録国際 10-20 法を基準として、言語領域のブローカ野およびウェルニッケ野を含む脳の左半球に装着した。実験参加者に対しては、視線計測装置と NIRS の仕組み及び安全性を説明し、同意を得た (大分大学倫理委員会承認番号: 662)。

(2) 実験参加者・実験材料・手順

【実験】

参加者：日本人英語学習者の大学 1 年生 18 名。ただし、NIRS のアーチファクトのトラブルで、分析には 14 名のデータを使用した。実験材料：英検準 2 級準拠問題を使用した。手順：日本人英語学習者の大学 1 年生 18 名 (IER 群 9 名, CER 群 9 名) を対象とし、授業内で 30 分間の「持続的黙読 (sustained silent reading, SSR)」の時間をとり、IER もしくは CER にて多読活動を 8 回実施した。多読教材としては、Oxford シリーズや Penguin シリーズなどの Graded Readers (英語学習者を対象にした学習図書)、I Can Read シリーズなどの Leveled Readers (英語を母語とする児童対象の学習図書) を使用

した。また、読語数などの確認のために、読んだ本に関する情報(タイトル、レベル、語数)と簡単な日本語による感想を記録してもらった。多読実践前後に、NIRSにて課題文を読んでもらい、脳内の活性状況を計測した。実験では、安静時間(30秒) 課題を読む 安静時間(30秒) 内容についての理解度テストを実施した。

【実験】

参加者：日本人英語学習者の大学1年生16名。

実験材料：I Can Read Level 2の「Amelia Bedelia」という絵本から一部を抜粋して使用した。挿絵なしの場合は、文字のみをタイプしたものを投影し、読んでもらった。また、挿絵ありの場合は、絵本をそのまま投影したものを読んでもらった。

手順：(a)安静時間(30秒) 課題(挿絵無)を読む 安静時間(30秒) 内容についての理解度テスト、(b)安静時間(30秒) 課題(挿絵有)を読む 安静時間(30秒) 内容についての理解度テストを(a) (b)の順で実施した。本来ならば、実施順については参観者間でカウンターバランスをとるべきであるが、今回の実験材料は「ことば遊び」がテーマになっており、挿絵によってその内容が推測可能であるため、(b) (a)で実施した場合、挿絵無の結果に影響を及ぼす可能性があるかと判断し、実施順を固定した。

【実験】

参加者：日本人英語学習者の大学1年生3名。

実験材料：The Black Cat Readers Step 3 (B1.2)の「Three Men in Boat」から一部を抜粋して使用した。紙媒体の場合は、本をそのまま使用し、読んでもらった。また、電子媒体の場合は、スキャンした原稿をiPadに投影したものを読んでもらった。

手順：(a)安静時間(30秒) 課題(紙媒体)を読む 安静時間(30秒) 内容についての理解度テスト、(b)安静時間(30秒) 課題(電子媒体)を読む 安静時間(30秒) 内容についての理解度テストを実施した。

【実験】

参加者：日本人英語学習者の大学1年生3名。

実験材料：The Black Cat Readers Step 3 (B1.2)の「Three Men in Boat」から一部を抜粋して使用した(ただし、実験とは異なる部分)。音声無の場合は、スキャンした原稿をiPadに投影したものを読んでもらった。また、音声付の場合は、音声無と同様に、iPadに投影した課題を付属のCDを聞きながら読んでもらった。

手順：(a)安静時間(30秒) 課題(音声無)を読む 安静時間(30秒) 内容についての理解度テスト、(b)安静時間(30秒) 課題(音声付)を読む 安静時間(30秒) 内容についての理解度テストを実施した。

(3) 分析方法

実験 ・ ・ ・ においては、視線計測装置で得た眼球の動きのデータを基に、読み始めから読み終わりまでの課題読解期間を特定した。また、すべての実験において、各課題読解中の各参加者の1秒当たりの $O_{xy}Hb$ (酸素化ヘモグロビン)値の平均値を標準得点化処理(Zスコア化)し、チャンネルごとに算出した。ただし、分析については、言語領域の左脳のブローカ野周辺(13CH, 22CH, 23CH, 32CH)及びウェルニッケ野周辺(16CH, 25CH, 26CH, 35CH)のチャンネルのみを使用し、SPSSの統計分析ソフトを使用し、ノンパラメトリック検定を行った。実験 の多読前後の差の検定については、ウィルコクソンの符号付順位和検定を用いて分析した。また、多読後の両群の差の検定については、マンホイットニー検定を用いて分析した。実験 に関しては、提示媒体の差の検定をウィルコクソンの符号付順位和検定を用いて分析した。実験 ・ については、媒体の差、音声の有無の差の検定をウィルコクソンの符号付順位和検定を用いて分析した。ただし、参加者が3名と少ないことから、シングルケース・スタディーのアプローチを用い、検定結果は副次的に取り扱うこととした。

4. 研究成果

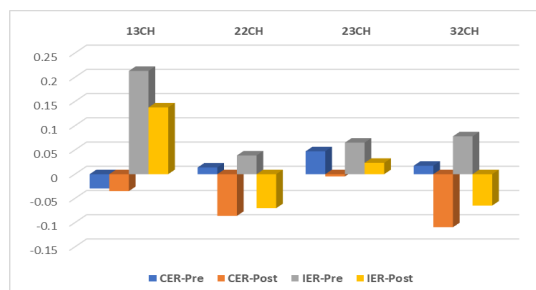
(1) 実験結果

【実験】

IER群の実験期間内の読語数の平均は38,182.5語(最高67,170語,最低28,031語)であった。一方、CER群の実験期間内の読語数の平均は、31,393語(最高33,536語,最低29,980語)であった。実験課題文における内容の理解度テストに関しては、実験前後の得点の差は有意ではなかった。

多読指導前後、および指導後における両群の左脳ブローカ野およびウェルニッケ野周辺の賦活に統計的に有意な違いは見られなかった。しかし、図1のように、指導法に関わらず、指導後の方がブローカ野の血流量の減少が確認された。

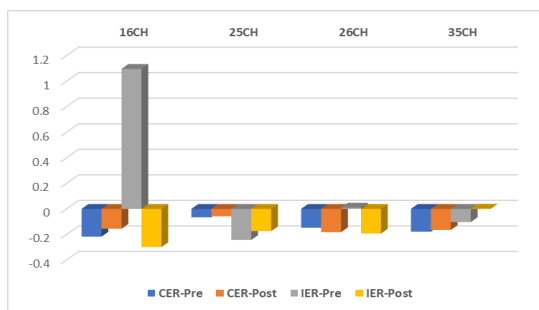
【図1】ブローカ野周辺の脳血流量の変化



一方で、ウェルニッケ野の血流量の変化は図2の通りであり、血流量は25CHと35CHで増加、26CHで減少が確認された。16CHにおいては、CERで増加、IERで減少が確

認められ、指導法による変化の差が確認された。

【図2】ウェルニッケ野周辺の脳血流量の変化



以上の結果から、指導法に関わらず、多読そのものによって、大石(2006, 2008)の提唱する選択的活性型もしくは自動活性型に移行する様子が観察されたと考えられる。

【実験】

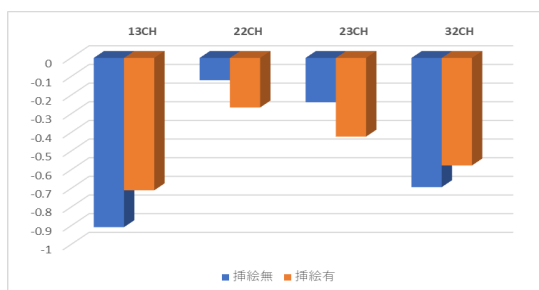
実験における内容についての理解度テストについては、挿絵無しの場合と比べて、挿絵有りで有意な得点向上が見られた。

脳活性状態については、表1・図3の通り、挿絵の有無によって左脳ブローカ野周辺の賦活に統計的に有意な差は見られなかった。

【表1】ブローカ野周辺の結果

	Z	P	大小関係
13CH	-.62b	0.54	挿絵無<挿絵有
22CH	-.31b	0.76	挿絵無>挿絵有
23CH	-.26b	0.80	挿絵無>挿絵有
32CH	-.10b	0.92	挿絵無<挿絵有

【図3】ブローカ野周辺の脳血流量の変化

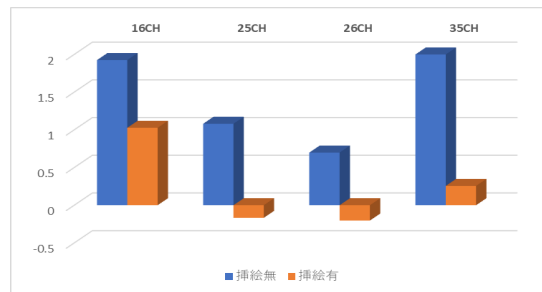


一方で、ウェルニッケ野周辺に関しては、表2・図4のように、16CHにおいて、賦活に統計的に有意な差が見られた。

【表2】ウェルニッケ野周辺の結果

	Z	P	大小関係
16CH	-2.69b	0.01*	挿絵無>挿絵有
25CH	-1.91b	0.06	挿絵無>挿絵有
26CH	-1.29b	0.20	挿絵無>挿絵有
35CH	-.21b	0.84	挿絵無>挿絵有

【図4】ウェルニッケ野周辺の脳血流量の変化



特に、ウェルニッケ野においてはすべてのチャンネルで、挿絵有の場合は血流量が減少していることが確認された。これは、大石(2006)が指摘しているように、「情報を与えたことによる」脳血流量の増加割合の低下が生じたと考えられる。

以上の結果から、挿絵が内容を理解する上でも、脳の最適化の面でも効果的であると考えられる。

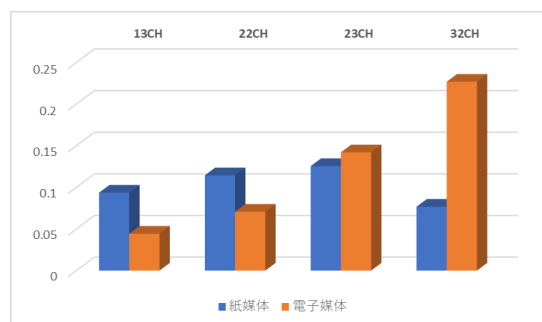
【実験】

実験の課題文における内容の理解度テストに関しては、提示媒体の違いによる差は有意ではなかった。しかし、実験終了後の簡単なインタビューでは、参加者は全員、娯楽的な読み物に関しては日ごろから電子書籍を利用しているということであったが、今回の実験でどちらの媒体が読みやすかったかという問いに関しては、全員が紙媒体と答えた。

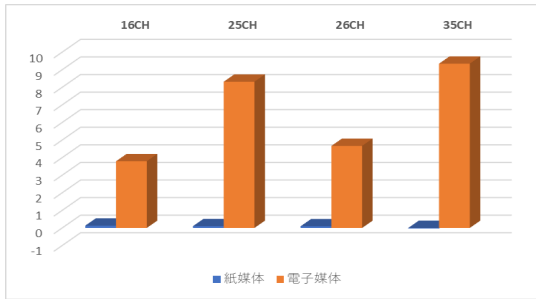
提示媒体の違いによる左脳ブローカ野およびウェルニッケ野周辺の賦活に統計的に有意な違いは見られなかった。しかし、図5・6に示すように、電子媒体においては、ウェルニッケ野周辺のすべておよびブローカ野の一部のチャンネル(23CH, 32CH)で脳血流量の増加が確認された。

以上の結果は、前頭前皮質の反応は紙媒体の方が強く(トッパン・フォームズ, 2013)、タブレット PC 使用時に特に前頭葉において過剰活性が認められたという杉浦他(2018)の結果と合致している。

【図5】ブローカ野周辺の脳血流量の変化



【図 6】ウェルニッケ野周辺の脳血流量の変化

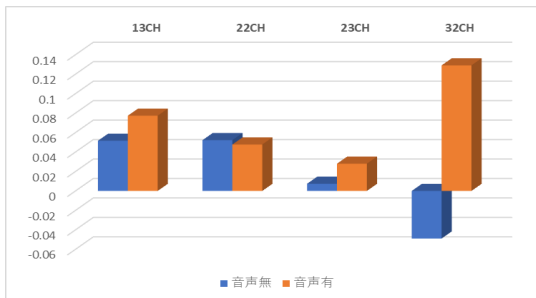


【実験】

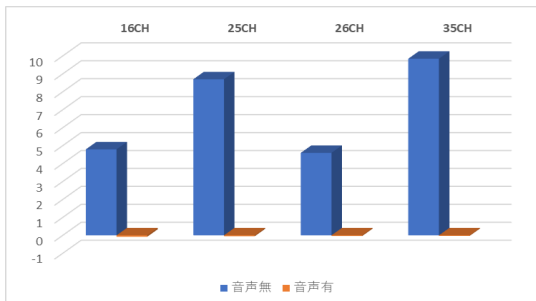
実験の課題文における内容の理解度テストに関しては、音声の有無の違いによる差は有意ではなかった。しかし、実験終了後の簡単なインタビューでは、今回の実験で音声がある場合とない場合ではどちらが読みやすかったかという問いに関して、全員が「音声無し」と答えた。

音声の有無による左脳ブローカ野およびウェルニッケ野周辺の賦活に統計的に有意な違いは見られなかった。しかし、図 7・8 に示すように、ブローカ野における脳血流量に関しては概して音声無 < 音声有であるのに対して、ウェルニッケ野においてはすべてのチャンネルで音声有の場合は血流量の減少が確認された。

【図 7】ブローカ野周辺の脳血流量の変化



【図 8】ウェルニッケ野周辺の脳血流量の変化



(2) 研究のまとめ

本研究は、日本人英語学習者の大学生を対象として、NIRS と視線計測装置を用いて多読の指導法、教材について多角的に検証した。結果として、指導法に関わらず、多読をすることによって、内容理解に関する自動化が促進される可能性があること、挿絵がある絵本

は、内容理解の手助けとなるだけでなく、脳科学的見地からも効果的であることが明らかになった。

(3) 今後の課題

本研究は、カリキュラム改編や NIRS の使用可能時間の関係で、当初計画していたよりも十分なデータ数を確保することができなかった。特に、実験 に関して、さらにデータ数を増やし、本研究の結果の妥当性について検証する必要がある。また、実験 に関しても、個人差はあるが、多読の効果が顕著に見られるのは読語数が 30 万語を超えた場合が多いという指摘(大下, 2010)もあるため、さらに長期的な検証が必要である。

さらに、本研究では、視線計測装置と NIRS を同期して分析するソフトを開発し、実験 で使用したが、視線計測においてアーチファクトが大きく、視線に関する分析を十分に行うことができなかった。そのため、今後はこの点を解決し、視線の動向・注視の状況から脳機能の変化の要因をさらに研究していきたい。

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 0 件)

〔学会発表〕(計 4 件)

大下 晴美 多読指導法の違いによる脳血流量の差の検証 外国語教育メディア学会第 47 回九州・沖縄支部研究大会 2018 年

大下 晴美 多読教材として、電子書籍と紙書籍はどちらが有効か? - NIRS と視線追跡装置を用いての検証 第 46 回九州英語教育学会沖縄研究大会 2017 年

大下 晴美 多読教材としての絵本の効果 NIRS と視線追跡装置を用いての検証 第 43 回全国英語教育学会島根研究大会 2017 年

大下 晴美 英文読解における挿絵の効果 NIRS と視線追跡装置を用いての検証 第 45 回九州英語教育学会福岡研究大会 2016 年

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大下 晴美 (OSHITA, Harumi)
大分大学・医学部・准教授
研究者番号：00618887

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

(4) 研究協力者