

令和 2 年 9 月 11 日現在

機関番号：37111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K02961

研究課題名(和文) デジタル教科書が英語学習活動に与える影響：視線計測を用いて

研究課題名(英文) The Influence of Digital Textbooks on English Learning Activities by Japanese Learners of English: Using an eye-tracking approach

研究代表者

奥田 裕司 (Okuda, Yuji)

福岡大学・人文学部・教授

研究者番号：90258335

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、英語学習の読解活動において、紙媒体に印字された英文とスクリーンに映し出されたデジタルの英文を読んだ場合に、学習者の認知活動が異なるのかを調査・分析したものである。視線の動きを様々な角度で計測可能な視線計測器を用いて測定・分析を行った結果、PCスクリーン上で読解を行う方が紙媒体上で行うよりも平均注視時間が長い傾向にあるという違いが確認された他、平均注視時間が同じでも合計注視時間が長い(頻繁に注視している)学習者ほど読解問題に誤答しているという結果も確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究を進めることで、紙媒体の教科書とデジタル教科書という教科書媒体の違いが学習者の理解度に及ぼす影響について科学的にデータを収集することが可能となり、今後、教育現場に普及するデジタル教科書のコンテンツを、学習者にとってより認知しやすくかつ効果的に配置するために必要な知見が得られるだろう。本研究を通して得られた成果を広く社会に公開することで、今後普及するデジタル教科書が、単なる紙媒体のテキストのデジタル版ではなく、学習効果を高めるデジタル教科書になることが期待される。

研究成果の概要(英文)： This study investigates and analyzes whether learners' cognitive activities differ when reading English printed on paper and digital English projected on a screen in English reading activities. It was confirmed that the average gaze-time was longer when reading on a screen than when reading on paper as a result of measurement and analysis using a gaze-measuring device that can measure eye movements at various angles. Even if the average gaze-time was the same, it was also confirmed that the learners who had a longer total gaze-time (frequently gazing) were more likely to answer reading comprehension questions incorrectly.

研究分野：英語科教育法

キーワード：デジタル教科書 眼球運動 視線計測 英語読解 注視時間 英語科教育法 英語教育

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

学校教育現場の ICT 化は目覚ましく、文部科学省は 2020 年度からデジタル教科書を導入する方向であることが、2016 年 4 月に発表された。既に佐賀県をはじめとする一部の地方自治体や学校では、デジタル教科書を使った教育・学習活動を行っている。デジタル教科書は、動画や音声など様々なコンテンツと同期させることが可能であるため、従来の紙媒体の教科書と比べると、学習効果の大きな改善が期待される。特に外国語学習においては、音声情報と文字情報を同期できるため、総合的な外国語能力の伸長が達成できると考えられる。

このような利点がある一方、デジタル教科書において文字情報をはじめとする各種コンテンツをどのように配置するのが学習活動に効果的なのかについては、実証的な研究が十分なされていない。その為、現在、市場に存在するデジタル教科書は、紙媒体の教科書をそのままデジタル化し、そこに映像や画像、音声データを追加したものがほとんどである。また 2016 年 4 月に発表された文部科学省の有識者会議の「中間まとめ」においても、内容とレイアウトは紙の教科書と完全に同じとすることが発表された。しかし学習者は PC やタブレット上の文字情報と紙媒体上の文字情報を、まったく同じように認知し処理しているとは限らない。例えば、語の認識速度や、一度に処理できる語数、情報の定着率の差などが存在する可能性がある。特に外国語においては、それらの違いが顕著である可能性が高い。その為、紙の教科書を単にデジタル化しただけでは、場合によっては学習効果を下げる可能性も否定できない。現段階では、同じ学習項目について、紙媒体の教科書とデジタル教科書という「教科書の媒体の違い」が学習者の理解度および学習項目の定着度に及ぼす影響について、十分な研究が行われていない。その一方、デジタル教科書の導入は、目前に差し迫っている。日本の子どもたちにより効果的な教育コンテンツを提供するためには、効果的なデジタル教科書についての研究が必要不可欠である。

2. 研究の目的

本研究は、日本語を母語とする英語学習者を対象とし、英語学習において紙媒体の教科書とデジタル教科書を使用した際に、どのように認知活動が異なるのかについて明らかにする。またそれがどのように学習者の学習活動に影響するのかについて、読解活動に焦点を当て、下記 2 点について解明することを目的とする。

(1) 教科書の媒体の違いによって英語学習者の認知活動にどのような違いがあるのか

(2) 英語学習者の英語の理解度に、教科書の媒体の違いが影響を与えているかどうか

3. 研究の方法

日本の大学で英語を学ぶ学習者を対象として、PC スクリーン上と紙媒体上で読解活動を行い、学習者の視線の動き(眼球運動)を調査した。文章を読む際、読み手の視線は直線で同じリズムで単語を一つ一つ読み進めているわけではなく、実際には、「停留」「逆光」「サッカード(跳躍)」等の視線移動が生じて、眼球運動を引き起こしている。眼球運動を測定する読解材料として、学習者に対して、350 語程度の英検 2 級レベルの読解問題を 2 種類準備した。学習者は、1 種類は PC スクリーン上で、もう 1 種類は紙媒体で文章を提示され、指定された時間内に読解を行う。PC スクリーンもしくは紙媒体で提示された文章に対し、学習者が、どの箇所を、いつ、どのくらいの時間にわたって、どのように注視したかを、視線計測器を用いて記録した。視線計

測器を使用することに関しては、学習者の読解活動やオンラインコミュニケーション活動に視線計測を用いた研究はこれまで存在するので、計測方法等を参考にした(Stickler, Smith & Shi, 2016; Ushiro, 2017 他)。学習者は文章を読み終えた後、内容に関する4つの問題に解答を行った。その後、もう1種類の文章について、メディアを変更して読解および内容理解問題の解答を行った。学習者の眼球運動について、PCスクリーンと紙媒体でどのような違いや特徴があるのかを視線計測器を用いて科学的に観察・分析するとともに、内容理解問題の解答結果との関連性について考察を行った。今回の調査では、視線の「移動速度」と「注視時間」に焦点を絞り、下記の条件でデータ収集と分析を行った。

(1) 調査対象者：大学で英語を専門とする学習者13名

13名の内訳は、PCで読解活動を行う者7名(女性3名、男性4名)、紙媒体で読解活動を行う者6名(女性4名、男性2名)である。年齢は21歳から23歳までで、英語力はTOEICで570点～830点の範囲である。被検者は、提示された文章を読み、内容理解問題を解く流れとなる。被検者には、きちんと内容を理解して読み進めてもらうために、読み終わった後に内容理解問題に答えてもらうことを事前に通知しておく(ただし、最後まで行って読み返すことは出来ない)。

(2) 調査資料：英検2級の読解問題(359語)と内容理解の設問

読解用素材文章の語彙数は86語であり、中学生から高校1年生レベルのものとした。

(3) 調査機器：視線計測器 TalkEye Lite

装着式の眼球運動測定機器システムであり、被検者の黒目の動きを測定するゴーグルタイプの眼鏡。単眼式と両眼式の2種類があり、両眼式の方が立体的に測定できるため、被検者の頭の揺れによるデータのブレに強くより正確な測定が可能であるが、本研究では研究予算に合わせて単眼式を採用した。本実験では、単眼式測定の不安定要素となりうる頭の揺れを極力抑えるため、頭部を固定可能な「あご台」を追加購入で使用した。実際の眼球運動測定の前に、任意の5箇所を被検者に見てもらい、データ上の黒目の位置と実際の黒目の位置のズレを補正する作業に10～30分ほど要した(5点較正視線キャリブレーション)。PCスクリーンと紙媒体から被検者の眼球の距離は約42cmとした。今回の分析対象としたのは、視線の「移動速度」と「注視時間」である。

(4) PCスクリーン：iMac

比較実験用の紙媒体と条件が揃うよう、同サイズのもので映る程度の大きさを持つスクリーン上にマイクロソフト Word で文章を提示した。

4. 研究成果

(1) データ取得率

PCで読解活動を行う者7名(女性3名、男性4名)の内、男性1名に関してキャリブレーションが全く上手く行かなかったため、データ取得率は86%であった。被検者のまつ毛の長さが、視線計測器の黒目の大きさ測定に干渉し上手く認識できなかったものと思われる。紙媒体で読解活動を行う者6名(女性4名、男性2名)の内、女性1名、男性2名に関してキャリブレーションが上手く行かなかったため、データ取得率は50%であった。紙媒体を机の上に置いていたため、あご台で固定した顔面と下に置いた紙との視線角度が大き過ぎたことが原因であると思われる。PCスクリーンと同様に、実験の上では紙媒体を何かに固定し顔と同じ高さに設置すべきであった事は反省点として次回実験に活かしたい。

(2) 視線移動速度の測定結果と問題解答の正誤

視線移動速度の測定結果と問題解答の正誤に関しては下記の通りである(表1)。「PC 1～6」は、PC スクリーンで実験を行った被検者6名、「PP 1～3」は紙媒体で実験を行った被検者3名を表す。「平均値」は、1秒間(sec)に視線が移動する角度の度数(deg) すなわち視線移動速度の平均値を表す。眼を中心に設定し、読み飛ばし始めと読み飛ばし終わりの間の角度がどのくらいかを表しており、数値が大きいほど、大きく読み飛ばしているといえる。「解答の正誤」は、文章を読んだ後に解いた読解問題解答の正誤を表す。

表1. 視線移動速度(deg/sec)の測定結果と問題解答の正誤

	平均値	解答の正誤
PC 1	22.08	×
PC 2	19.69	
PC 3	15.83	×
PC 4	18.07	
PC 5	15.98	×
PC 6	12.65	
PP 1	28.95	
PP 2	13.07	
PP 3	15.92	

(3) 視線注視の平均時間及び合計時間と問題解答の正誤

視線注視の平均時間及び合計時間と問題解答の正誤に関しては下記の通りである(表2)。「PC 1～6」は、PC スクリーンで実験を行った被検者6名、「PP 1～3」は紙媒体で実験を行った被検者3名を表す。「平均時間」は、一箇所をじっと注視する時間の平均値(ms)を表し、「合計時間」は注視していた合計の時間(ms)を表す。「解答の正誤」は、文章を読んだ後に解いた読解問題解答の正誤を表す。

表2. 視線注視の平均時間及び合計時間(ms)と問題解答の正誤

	平均時間	合計時間	解答の正誤
PC 1	158.43	60532.9	×
PC 2	149.14	23266.2	
PC 3	172.69	61132.4	×
PC 4	174.93	40233.1	
PC 5	198.58	92933.3	×
PC 6	188.75	45866.3	
PP 1	122.78	26765.3	
PP 2	187.44	28866.2	
PP 3	131.98	35766.3	

表1の視線移動速度及び表2の視線注視平均時間・合計時間と問題解答正誤結果の相関を分析した結果(表3) 視線注視の平均時間に被検者間で顕著な差はないが、合計時間にはかなり

の差が出ている事が分かる。しかも、合計時間が長い被検者ほど問題解答に誤答していることから（表2の太字下線部分）視線注視は、平均時間ではなく合計時間と問題解答の正誤に強い相関が見られる（ $\eta^2 = .73$ ）。すなわち、1回の注視時間は特に長い訳ではないが、注視を頻繁に繰り返した結果、注視合計時間が長くなってしまった被検者ほど、文章読解後の内容理解問題で答えを間違ってしまう事が判明した。注視回数が多い原因としては、英語を数語のまとまりや塊として捉えることができていない可能性が高いと考えられる。

表3 . 測定結果の相関比

	PC /紙媒体	問題解答正誤
視線移動速度	0.04	0.28
注視時間	0.00	0.73

実験データからは他にも、PCスクリーンで実験を行った被検者の方が、紙媒体で実験を行った被検者よりも注視時間が長いという傾向が見られる。この原因として、輝きが生じるPCスクリーンは自発光することのない紙媒体に比べやはり見えにくいからであるのか、あるいは他に原因があるのかは今後探っていく必要があるであろう。

(4) 実験において今後解決すべき課題

実験のデータ取得率（特に紙媒体使用時の被検者）にあらわれているように、今回の視線計測器を使用した実験においては、実験条件を揃える事が非常に難しいことが分かったため、今後は実験条件が整った被検者の数を増やしていく必要があるであろう。被検者の頭部の揺れを回避するために使用した「あご台」に関しては、被検者にとって決して楽な姿勢ではなく、実験後の疲労感が強く感じられるため、自然で楽な状態でのデータ収集を今後探っていく必要がある。今後は、あご台をはずした状態で測定ができないかどうか検証を行っていく。データ上の黒眼の位置と実際の黒眼の位置のズレを補正するキャリブレーションに関しても時間がかかり過ぎて、被検者は肝心の文章を読む前に疲れた状態になってしまうので、実験環境改善の工夫が必要となってくるであろう。

(5) 今後の研究計画

今回の実験結果の考察で得られた「英語のまとまりを細切れに捉えているため、文章全体が読めていない（見えていない）可能性が高いのではないか」という現時点での仮説が正しければ、英文をまとまりとして捉える練習を行えるようなデジタル教材のコンテンツ開発を行い、開発後の教材に効果があるかどうか学習後の視線計測で検証を行っていく。今後、この様に視線計測を通して集まったデータから、デジタル教科書のコンテンツ作成に対して多くの示唆を提示できるようにしていくであろう。

<参考文献>

- Stickler, U., Smith, B., & Shi, L. (2016). Using eye-tracking technology to explore online learner interactions, In Caws, C. & Hamel, M. (Eds.) *Language-Learner Computer Interactions: Theory methodology and CALL applications*. Amsterdam, Netherlands: John Benjamins.
- Ushiro, Y. (2017). How Situation Models Explain Difficulty in Japanese EFL Reading: Evidence from Eye Tracking. *LET Kyushu-Okinawa Bulletin*, 17, 1-17.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 奥田 裕司、川瀬 義清、長 加奈子
2. 発表標題 学習者はどのように英文を読んでいるか：眼球運動に基づいたデジタル教材開発への一考察
3. 学会等名 外国語教育メディア学会 第48回九州・沖縄支部研究大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	長 加奈子 (Cho Kanako) (70369833)	福岡大学・人文学部・教授 (37111)	
研究分担者	川瀬 義清 (Kawase Yoshikiyo) (20108616)	西南学院大学・文学部・教授 (37105)	