

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 17 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24520649

研究課題名(和文) E-Learning教材における英文読解時の視線動向に関する研究

研究課題名(英文) Measuring Effectiveness of an E-Learning material through Eye Tracking

研究代表者

宍戸 真 (SHISHIDO, Makoto)

東京電機大学・情報環境学部・教授

研究者番号：20247084

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：日本人学習者の英文読解活動における視線動向の研究として、眼球運動の停留、逆戻りなどの特徴について分析を行った。下位レベルのTOEIC300点以下の学習者を対象として1年間のE-Learning教材による学習の開始時と終了時に視線動向を調査する実験を行い、その変化の特徴を分析する研究を行った。被験者のほぼすべてが停留時間の縮小、停留間隔の拡大が見られ、振り返りについても回数が減少し、中位レベルの学習者の特徴に近づく変化を示した。これらの結果から、E-Learning教材を利用した英文読解学習は有益であり、英文読解時の視線動向の訓練は、読解力を養成するための方策のひとつとなり得ることがわかった。

研究成果の概要(英文)：This study investigated whether eye tracking could be employed as a measure of the effectiveness of an E-Learning material and the improvement of comprehension on reading. Learners' eye fixations and regressions were used as means of measuring improvements together with the comprehension test scores. Results showed a relationship between different proficiencies and patterns of fixations and the numbers of regressions. Suggested effects were found for improving reading proficiencies with eye movement trainings after six months through such speed training as the Reading Racer and the Block Buster in the E-Learning material on reading Effective Reading.

研究分野：外国語教育

キーワード：教育評価・測定 英文読解力 視線計測 眼球運動 E-Learning 効果測定

1. 研究開始当初の背景

視線計測装置を利用した日本人学習者の英語読解活動の研究としては、門田(2007)や釣井(2007)の2件だけしかこれまでに報告されていない。Frenck-Mestre(2005)が述べているように、第二言語習得論における研究では、眼球運動計測データに基づいた研究はそれほど多くない。さらには、これらの先行研究は、従来の教科書による文字情報を読み手がどのように読解活動を行うか分析したものであり、紙面による文字情報をモニターに移し替えただけで行われたものである。これらの研究では、読み手の眼球運動として、特定箇所で見線が止まる停留(fixation)、速い速度で移動するサッカド(saccade)、再度読み返す逆行(regression)、そして英文全体を読むのに要した時間から移動速度を計測するだけの研究に留まっている。

一方、E-Learning 教材では、紙面による教科書とは異なり、Flash Player などの仕組みを利用し、さまざまな教材提示方法が可能である。成美堂社と共同で開発した Effective Reading では、速読に必要とされる広い視野を養成するための訓練としての Reading Racer(図 1)や瞬時に単語を認識する練習の Word Flash(図 2)、また英文を1語1語の単語ごとに読むのではなく、数語の意味のある固まりを一気に読む訓練として Block Buster(図 3)や Pyramid Page(図 4)などがある。これらの練習において表示される情報に対し、日本人学習者がどのような眼球運動を示すか、またそれらの練習の速読に及ぼす効果はどのようなものかといった、E-Learning 教材を通じた日本人学習者の読解活動における視線計測および、その分析はこれまでにまったく行われていない。さらには、読解プロセス研究における認知的モニタリングの分析では、読み手のつばやきを録音したものが中心であり、視線動向との関連について調査したものはこれまでに例を見ない。

これまでに Effective Reading を利用した日本人学習者の読解活動における研究として、英文を読む速度 Words per Minute(WPM)の変化を中心に分析を行ってきた。TOEIC 得点平均 600 点前後と 400 点前後の学生を対象に、Effective Reading を利用し、速読演習を行うことで WPM の値がどのように変化するか、TOEIC Reading セクションの得点変化から読解力の向上が見られるかなど研究し、約 10 ヶ月の学習で平均 15%前後の WPM の向上が見られることや速読力、読解力の向上に効果があることなどを穴戸(2006, 2007)に成果として発表してきた。今後は、E-Learning 教材を利用した読解力向上の指導のさらなる効果を測定するため、また、効果的な教材提示の方法を模索するために、読み手の読解行動について、視線計測器を利用し、停留、サッカド、逆行だけに留まらない、読み手の視線動向の特徴および認知的モニタリングとの関連について研究

を行うことが有益であると考える。

2. 研究の目的

本研究では、Effective Reading を利用し、日本人学習者の読解活動における視線計測により、眼球運動の特徴について、下記の分析を行う。

1. Reading Racer や Word Flash という Speed Training が瞬時に単語を表示するが、それらが英文速読のために必要な視線の動きを養成することに役立っているのか、視線動向の特徴を英文読解時と比較することで分析する。
2. Block Buster や Pyramid Page は、数個ずつの単語を意味のある固まりとして表示しているが、逆行など速読の妨げとなる行動を防ぎ、より速く読むための助けとなっているか分析する。
3. 上記の分析に基づき、日本人学習者にとって英文をより速く読む能力を身につけるために有益な教材提示方法はどのようなものか、今後の E-Learning 教材開発に活用し、近い将来、Effective Reading の改良版を作成する際に役立てる。

Lesson Test における英文読解問題に取り組む際の読み手の読解プロセスにおけるメタ認知的モニタリングの行動としてあげられる、awareness, feeling, prediction, checking, evaluation, goal setting, planning, revision などのさまざまなストラテジーの行使において、眼球運動、視線動向との関連について分析する。

3. 研究の方法

日本人学習者を対象とした読解活動における視線計測、眼球運動の研究としては、門田(2007)、釣井(2007)が挙げられる。また、第二言語習得論研究全体に範囲を広げ、海外での研究を振り返っても Altarriba et al. (1996)による報告だけである。本研究では第一に、彼らの研究に基づき予備的な実験として紙面による教科書での教材提示に対して、ナック社製視線計測装置 EMR-9 を利用し、日本人学習者の読解活動における眼球運動の特徴として停留(fixation)、サッカド(saccade)、逆行(regression)などの代表的なパターンについて分析する。A 大学では、4月の入学時に学生に対し TOEFL、TOEIC によるクラス分け試験を実施しているため、これらの結果から英語能力下位レベルのもの、中位レベルのもの、上位レベルものをそれぞれ実験対象者として数名ずつ抽出する。これで得られるデータを本研究における眼球運動分析の基準とする。

第二に E-Learning 教材 Effective Reading を利用し、同対象者に対し EMR-9 を利用した視線計測、眼球運動の分析を行う。成美堂社と共同で開発した Effective Reading では、紙面による教科書とは異なり、Flash Player などの仕組みを利用し、さまざまな教材提示

方法が可能である。特徴的な四種類の教材提示方法に対して読み手がどのような眼球運動を示すか、それぞれの特徴を分析する。

1. Reading Racer - 速読に必要なとされる広い視野を養成するための訓練としてのひとつの画面上に3つの単語が瞬時に表示される。その際に読み手はどのような眼球運動を示すか、横方向に直線的な動きを示すか、全体を見るような動きを示すか、計測、分析する。
2. Word Flash - 瞬時に単語を認識する練習として、1つの単語が瞬時に表示される。その際の読み手の反応速度、視線を計測、分析する。
3. Block Buster - 英文を1語1語の単語ごとに読むのではなく、数語の意味のある固まりを一気に読む訓練として、センスグループごとに英文が表示される。その際の眼球運動として、停留、サッカド、逆行などの特徴とともに、一般的な横方向への直線的な動きの他、上級者に見られるであろう一目で一気に数語を認識する活動について解明することに努める。また、英文を読む速さの尺度である Words per minutes と英語能力レベル、眼球運動の特徴との相互関係などについても調査する。
4. Pyramid Page - Block Buster 同様にセンスグループごとに表示される英文に対し、読み手がどのような眼球運動を示すか、測定、分析する。
5. Lesson Test(図5、図6)における英文表示に対する読解活動、眼球運動、メタ認知的モニタリングの状況を録音、測定し、読解速度、理解力、読解プロセスのストラテジーの行使との関連を分析する。

第三に、分析の基準としている紙面による教材提示における眼球運動と Effective Reading における5つの練習問題からの眼球運動との比較を行う。紙面と Flash Player を利用した E-Learning 教材との間では、どのような眼球運動の違いが見られるか。停留、サッカド、逆行などの特徴や読解速度の違いはあるか。メタ認知的モニタリングに対する読み手の活動に変化が見られるかなどを比較、分析する。単発的な測定、分析に留まらず、1年間の学習を通じて継続的に読解活動における眼球運動を測定、分析し、読解活動における眼球運動の変化、読解速度、理解力の向上と眼球運動の関連などについても追究する。

四番目に、英語能力レベルにおける眼球運動の特徴の違いについても検討する。4月の入学時に実施した TOEFL、TOEIC の結果から英語能力下位レベルのもの、中位レベルのもの、上位レベルものをそれぞれ実験対象者として抽出し、それぞれのレベルの学習者における読解活動、眼球運動、メタ認知的モニタリングとの関係性を分析する。この結果から、上位レベルの学習者の読解活動、眼球運動を

ひとつの理想型モデルとして、そのような視線動向を養成するためには、どのような形式での教材提示が効果的であるかを探求し、Effective Reading の各練習問題における教材提示の改良の参考とする。

4. 研究成果

E-Learning 教材 Effective Reading を利用した日本人学習者の英文読解活動における研究として、初年度の実験としては、英文読解活動における視線計測により、眼球運動の特徴についての分析を行った。TOEIC 800点以上の英語学習における習熟度が上位グループ、500点前後の中位グループ、300点以下の下位グループの3つのレベルの日本人英語学習者を対象に、英語習熟度の違いによる英文速読時の視線動向の特徴の違いを、視線の停留、移動などの特徴から比較、分析した。それぞれのレベルの学習者における読解活動、眼球運動、メタ認知的モニタリングとの関係を分析し、どのような違いが見られるか実験を行った。

実験では、ナック社製視線計測装置 EMR-9 を利用し、Effective Reading の各練習問題が表示される際の日本人学習者の英文読解活動時における視線動向を測定した。その結果を付属の解析ソフト EMR-dFactory で分析し、3つのレベルの学習者の英語習熟度の違いによる英文速読時の眼球運動の特徴を比較した。上位グループでは、停留、移動などに一定の規則性が見られ、読解ストラテジーを利用して、英文をセンスグループごとに読み進んでいることが推測できる。しかしながら、中位、下位グループには規則性はまったく見られず、ストラテジーなどを利用せず、センスグループごとに読むというよりは、読みやすいところでは速く、わからない単語や読みにくいところでは停滞するというような、行き当たりばったりで英文を読み進んでいる傾向が見られた。

習熟度の異なる学習者の視線停留の分散パターンを比較したところ、上位レベルの習熟度の学習者は0.2と0.4秒の間の平均注視を示した。(図1)中位レベルの習熟度の学習者は0.3と0.6秒の間の平均注視を示した。(図2)下位レベルの習熟度の学習者は0.4と1.0秒以上の間の平均停留時間を記録した。(図3)

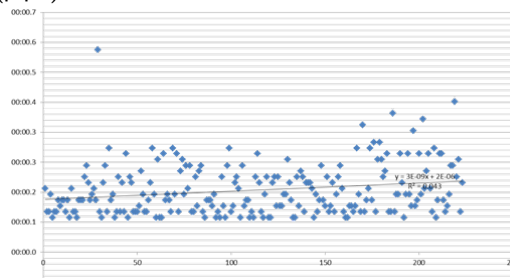


図1 上位レベル学習者の視線停留の分散

上位レベルの学習者の停留時間の分散の

平均標準偏差は、 27660×10^{-6} /secondであり、中位レベルの学習者は $15,793 \times 10^{-6}$ /second、下位レベル 32854×10^{-6} /second を記録した。

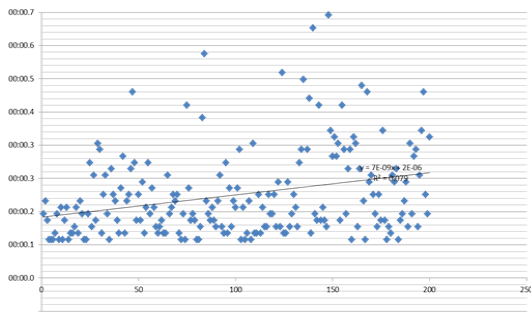


図 2 中位レベルの学習者の視線停留の分散

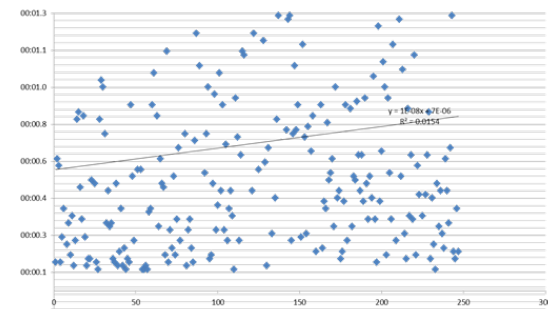


図 3 下位レベルの学習者の視線停留の分散

この結果から、上位レベルの学習者の読解活動、眼球運動をひとつの理想型モデルとして、そのような視線動向を養成するためには、どのような形式での教材提示が効果的であるかを探求し、今後の E-Learning 教材開発の参考とすることとした。

2 年目の研究においては、1 年目の実験対象者の下位レベルの学習者だけを対象とし、1 年間 Effective Reading による英文読解の学習を開始する前と終了後の視線動向を比較し、その変化の特徴を分析する研究を行った。前年度同様にナック・イメージテクノロジー社製 EMR-9 を利用し、学習者の英文読解時における視線動向の停留、逆戻りについて調査した。

Effective Reading を利用した英文読解のための読解技法の習得、センスグループごとに読み進む読解法などを修得したかの成果を測定するために学習開始時と終了後の 2 回、視線調査実験を行った。

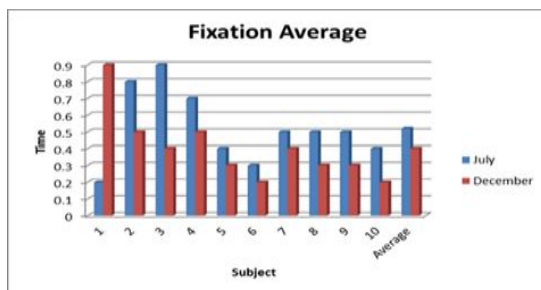


図 4 平均停留時間の変化

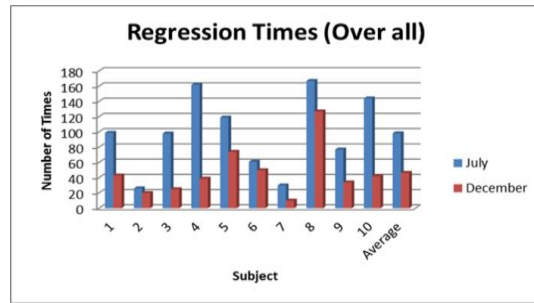


図 5 読み読み回数の変化

学習開始前と終了時に行った視線動向調査実験の結果、ほぼすべての被験者において停留時間の縮小(図 4)、停留間隔の拡大、読み読み回数の減少(図 5)が見られ、下位レベルの学習において、Effective Reading を通じた 1 年間の英文読解練習、視線動向の訓練の結果により、視線動向の特徴が中位レベルの学習者の特徴に近づく傾向が見られることを示した。

これらの結果から、Effective Reading を利用した英文読解学習は、下位レベルの英語学習者に対して、有益な視線の動かし方を習得するのに役立ち、効率的な英文読解を促す方策のひとつとして有効であることが証明されたといえる。

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)

Shishido, M. Measuring Effectiveness of an E-Learning material through Eye Tracking. In D. Slykhuis & G. Marks (Eds.), Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2015 (pp. 1292-1300). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). (2015).

Shishido, M. Image Tracking Based Measuring System for Adaptive English Learning. Proceeding on 2013 International Conference on SIGNAL IMAGE TECHNOLOGY & INTERNET BASED SYSTEMS. IEEE Computer Society. 771-778. (2013)

[学会発表](計 4 件)

Shishido, M. Measuring Effectiveness of an E-Learning material through Eye Tracking. Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2015. Association for

the Advancement of Computing in Education (AACE). Las Vegas, Nevada, U.S.A. (2015)

Shishido M. Eye Tracking for Measuring Learners' Behaviors on CALL Reading. CALICO Conference 2014. Ohio University, Athens, Ohio, U.S.A. (2014)

Shishido M: Image Tracking Based Measuring System for Adaptive English Learning. 2013 International Conference on SIGNAL IMAGE TECHNOLOGY & INTERNET BASED SYSTEMS. IEEE Computer Society. Kyoto, Japan. (2013)

穴戸 真 E-Learning 教材における英文読解時の視線動向に関する研究 第53回外国語教育メディア学会全国研究大会 文京学院大学 東京都 (2013)

6. 研究組織

(1)研究代表者

穴戸 真 (SHISHIDO, Makoto)
東京電機大学・情報環境学部・教授
研究者番号：20247084