

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 23 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K02799

研究課題名(和文) 習熟度の違いにおける英文読解時の視線動向と内的翻訳に関する研究

研究課題名(英文) Eye Tracking for Assessing Learners Behaviors and Proficiency Levels on EFL Reading

研究代表者

穴戸 真 (SHISHIDO, Makoto)

東京電機大学・システムデザイン工学部・教授

研究者番号：20247084

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は視線データを2種類の方法で解析した。一つは学生の習熟度を基準としもう一つは英文の難易度を基準とした。視線動向の特徴は、英語習熟度ばかりでなく、英文の難易度と相関しており、認知的な要素もこれらと相関があることがわかった。習熟度が高くなると注視時間は短くばらつきは小さく、回数も少ない。英文の難易度が高くなると、注視時間は長くばらつきが大きく、認知的要素の干渉を受けやすくなる。今回の研究から、習熟度の低いものは注視時間が長、視線の逆行が多く見られる。英文読解時に、視線を一定間隔で左から右に移動させ、数語を一度に一目で見るとような読み方を身につけるe-learning教材が理想的であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：This study was conducted to investigate whether eye tracking technology could be employed as an assessment of learners' behaviors and proficiency levels on reading. Participants are Japanese university EFL students from three different proficiency levels of CEFR. Participants' eye gaze records were analyzed and compared while reading essays for four different readability levels of reading materials. The results indicate that more advanced level students tend to show shorter period of fixations with certain rhythmical patterns whereas lower level students expressed longer period of fixations with no particular patterns. As for the readability level differences, upper level students showed shorter period of fixations; however, lower level students expressed longer periods. Suggestions for E-Learning materials and tools to help students improve reading proficiencies are also introduced.

研究分野：英語教育

キーワード：語学教育 教育測定 視線計測 英文読解 E-Learning

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)など2件だけしかこれまでに報告されていなかった。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。また、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に移し替えて行われた。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に留まっており、継続的な変化は観察していなかった。

そこで、平成24年度に獲得した科研費を利用し、Shishido(2013)はE-Learning教材における視線計測の研究を行い、英語習熟度の違いによって、視線動向にそれぞれ特徴があることがわかった。TOEIC 800点以上の習熟度の高位グループ(図1)では、視線の停留が短く、規則性があり、一定間隔で移動し、リズム感を持って読み進んでいることが明らかになった。TOEIC 550点前後の中位グループ(図2)は、難解な部分で停留がやや長くなりばらつきが多くなるが、ある程度の規則性は見られた。TOEIC 300点以下の下位グループ(図3)では、停留は不規則で安定せず、やさしい部分では短く、難解な部分では長いという特徴を示した。また、視線の逆行の頻度を調べたところ、習熟度下位のものほど、振り返りの頻度が高くなることも判明した。

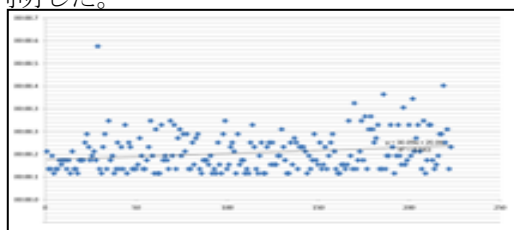


図1 高位グループの停留

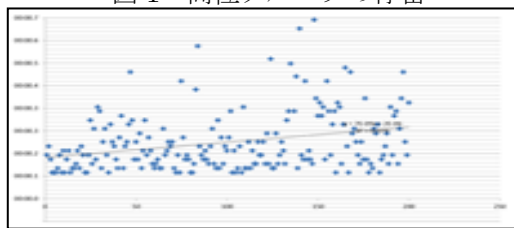


図2 中位グループの停留

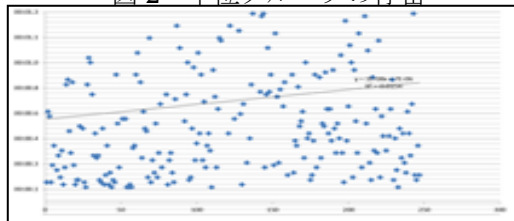


図3 下位グループの停留

その後 Shishido(2014)では、下位の学習者が、継続的に E-Learning 教材 Effective Reading (成美堂刊)を利用して英文読解の学習を行うことで、視線動向の変化が見られるか研究を行った。その結果、停留間隔が短くなり(図4)、逆行の回数が減る(図5)ことが明らかになった。教材内で利用されている速読のためのトレーニング Block Buster や Pyramid Pages による学習を通じ、習熟度下位の学習者でも、振り返りをしないで英語の語順のまま読み進む訓練を行い、逆行の回数が減り、停留時間も短くなり、視線動向が、習熟度の高いものの視線の特徴へ徐々に近づけることができることがわかってきた。

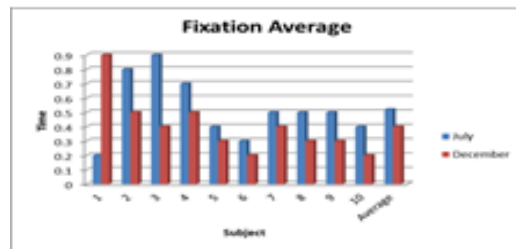


図4 停留時間の変化

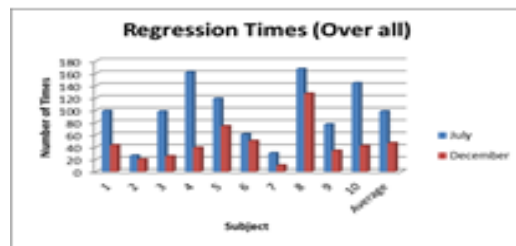


図5 逆行回数の変化

前回の研究では、被験者が3レベル総数30名であったが、これは、実験で利用したEMR-9が、測定精度は高いが、準備段階でのキャリブレーションに時間がかかり、被験者数を増やすことが困難であったことに起因している。また、3レベルの被験者が同一の2題の英文を利用し実験を行った。今回の実験では、NAC社が新たに開発したキャリブレーション不要のEMR-ACTUSを利用することで、被験者を4レベル、総数を増やし、Readabilityの異なる英文を4題提示し、これまで実施されていない、読解活動時の視線計測における量的研究への脚がかりとなる基盤を築き、より総合的な日本人英語学習者の英文読解時の視線動向の特徴を明らかにした。

また、内的翻訳の研究では、英語話者におけるフランス語学習時の母語の影響を解明(Kern 1994)した報告のみであり、日本人英語学習者における内的翻訳の研究はまだ行われていない。内的翻訳は、英文の全体的な意味や流れを理解する妨げになると報告されており、より高い英文読解力を身につけるためには、これを脱却する必要があるのではないかと考えられる。また、日本語と英語の語順の違いにより、内的翻訳が振り返りの一因となっていることも推測される。習熟度

の異なる学習者が、それぞれどのような難易度の英文でつぶやき読み、返り読みの頻度、内的翻訳などの母語の影響を受ける読解行動を行うか、視線計測とメタ認知的モニタリングとの関係から調査し、分析することは、英文読解活動の研究においてたいへん有益であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、4 レベルの英語習熟度が異なる学習者が、4 レベルの難易度(Readability)が異なる英文読解時にどのような視線動向の特徴、読解行動を示すか、視線計測装置を利用し、下記の分析を行った。

- ・ 実験開始時に Oxford University Press の Placement Test を利用し、被験者の英語習熟度のチェックを行い、CEFR のレベル A1・A2・B1・B2 の日本人英語学習者が、Average Grade Level (AGL)を利用した英文難易度の分析に基づく、Readability(AGL)が 8・10・12・14 の難易度の異なる英文において読解活動を行った際、習熟度別、Readability 別のそれぞれの視線動向の特徴、読解行動、メタ認知的モニタリングとの相互関係を明らかにする。
- ・ 難易度の異なる英文における視線動向の特徴と、つぶやき読み、返り読みの頻度、内的翻訳などの母語の影響を受ける読解行動とメタ認知的モニタリングとの関係を調査し、分析する。
- ・ E-Learning 教材を利用し、センスグループ毎に読み進み、返り読みをしない訓練を 1 年間実施することで、視線動向の変化、内的翻訳の脱却、読解力の向上が見られるか、検証する。

結果に基づき、適切な英文レベルで、効果的かつ効率的に読解力を向上させるための E-Learning 教材の開発に役立つ提案を行った。

3. 研究の方法

本研究では、NAC イメージテクノロジー社の視線計測装置 EMR-ACTUS を利用し、視線動向を測定し、EMR-dStream でデータを分析した。英語習熟度が異なる 3 レベルの学習者が、難易度(Readability)が異なる 4 レベルの英文読解時にどのような視線動向の特徴、読解行動を示すか調査を行った。

実験に利用する英文は、Readability の指標の 1 つである Average Grade Level (AGL) に基づき英文の難易度を分析、計算し、8・10・12・14 の難易度の異なるものを選定した。英文は著作権の観点から自ら執筆した大学生向け英語教科書から選び、テーマは、学習者の専攻による理解度の有利・不利を避けるために、対象学生の専攻とはかけ離れた健康問題に関するものとした。

実験開始時には Oxford University Press の Quick Placement Test を利用し、被験者

の英語習熟度の測定を行い、CEFR に基づき、B2、B1、A1 に対象者を分類した。各レベル 10 名、合計 30 名を対象として実験を行った。3 レベルに分類された日本人英語学習者が、4 つの異なる難易度の英文において読解活動を行った際、習熟度別、Readability 別にそれぞれの視線動向の特徴を注視点のデータを用い計測、分析した。また、読解行動の分析として、つぶやき読みや内的翻訳の干渉に関して、実験後にアンケートを行い調査した。

4. 研究成果

視線データの分析について、2 種類の解析方法を試みた。一つ目は英文の難易度を基準とした分析、もう一つは学生の習熟度に基づく分析である。

今回の実験から得た視線計測データの注視点に関して、英文の難易度を基準として行った分析では、時間の平均、時間の標準偏差、回数の分析を行ったところ、次のような結果を得た。

注視時間の平均の比較に関しては、英語習熟度の高いものほど時間が短く、低いものほど長かった。(図 6) 注視時間の平均値を各習熟度別に英文の難易度で比較した場合、それぞれの習熟度においてはあまり大きな差異は見られなかった。

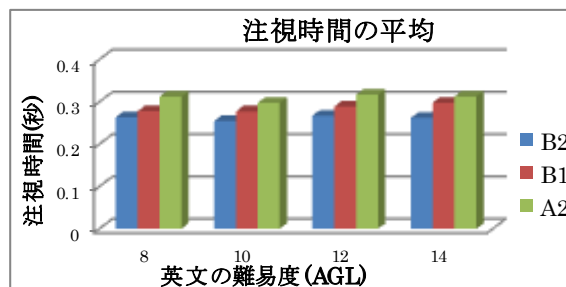


図 6 注視時間の平均

注視時間の標準偏差の比較に関しても、平均と同様に英語習熟度の高いものほど時間のばらつきが小さく、低いものほどばらつきが大きいことがわかった。(図 7) 各習熟度別に英文の難易度で比較した場合、それぞれの習熟度において、英文の難易度が上がると、ばらつきがやや大きくなるようになった。

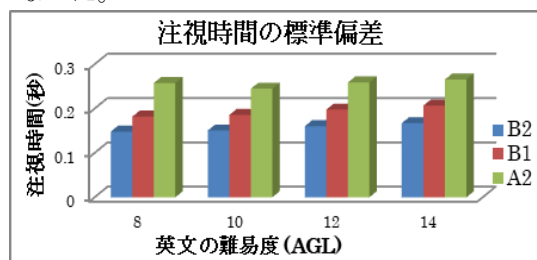


図 7 注視時間の標準偏差

注視の回数の比較では、英語習熟度が低いものほど回数は多くなり、高いものほど少なかった。(図 8) 各習熟度別に英文の難

易度で比較した場合、それぞれの習熟度において、英文の難易度が上がると、回数が多くなることも明白となった。

英文読解における認知的な要素といえる、つづやき読み、内的翻訳、返り読みに関しては、アンケート調査で、自己評価によりそれぞれの割合を申告してもらった。(図 9)各項目ともに、英語習熟度や英文の難易度と関連し、習熟度の高いものほど、割合が小さいことがわかった。

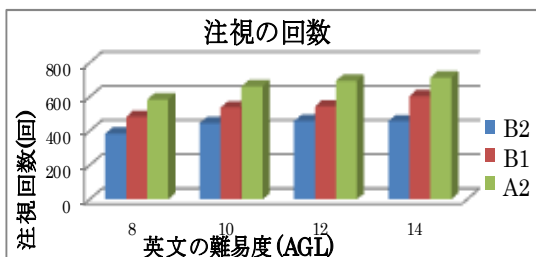


図 8 注視回数

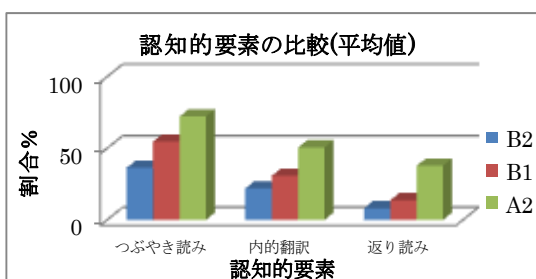


図 9 認知的要素の比較

これらの結果から、視線動向の注視時間に関する特徴は、英語習熟度ばかりでなく、英文の難易度と関連しており、認知的な要素も英語習熟度や英文の難易度と関連があることがわかった。

習熟度が高くなるにつれて注視時間は短く、ばらつきも小さくなり、回数も少なくなる。また反対に、英文の難易度が高くなるにつれて、注視時間も長く、ばらつきが大きくなり、認知的要素の干渉を受けやすくなることも明らかになった。

今後は、この研究から得られた結果を参考に、習熟度の低いものが、視線の注視動向を改善することで、英文読解力を効果的に向上させることができるような E-Learning 教材やトレーニングを開発すること研究へと移行していきたいと考える。

次に、学生の習熟度を基準に行った分析では、視線計測データの注視点に関して、CEFR の英語習熟度別に、4 つの難易度の異なる英文を読んだ際の注視時間の平均、標準偏差、回数の分析を行ったところ、次のような結果を得た。

注視時間の平均の比較に関しては、差はごく小さいながら、英文難易度の低いものほど短く、高いものほど時間が長いことが分かった。(図 10) また、注視時間の平均値を各習熟度別に比較した場合、習熟度が高いほど

注視時間は短く、低いものほど注視時間が長いことも明らかになった。

注視時間の標準偏差の比較に関しても、平均と同様に英文難易度の高いものほど時間のばらつきが小さく、低いものほどばらつきが大きいことがわかった。(図 11) 各難易度別に英語習熟度で比較した場合、それぞれの難易度の英文において、英語習熟度が高いほど、ばらつきは小さく、低くなるほどばらつきが大きくなることが明らかになった。

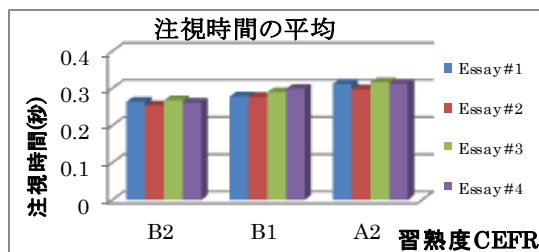


図 10 注視時間の平均

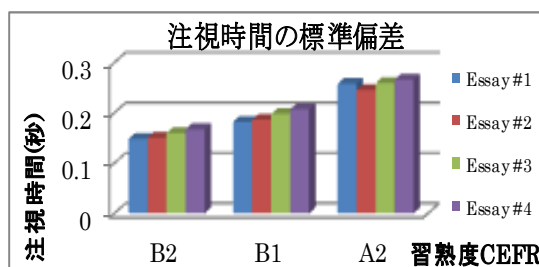


図 11 注視時間の標準偏差

注視の回数の比較では、英文の難易度で比較した場合、それぞれの習熟度において、英文の難易度が上がると、回数が増えることがわかった。英語習熟度が高いものほど少なく、低いものほど回数は多くなった。(図 12)

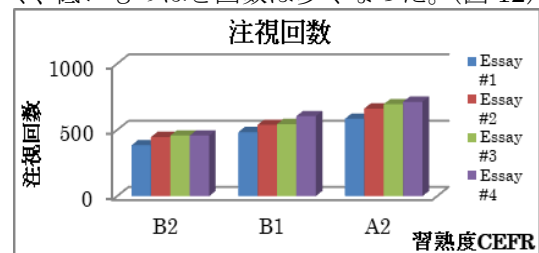


図 12 注視回数

視線計測装置を利用した視線動向の特徴に関する研究から、習熟度の低い学習者ほど注視時間が長く、視線の逆行なども多く見られることが判明した。このことから、英文を読む際に、視線を一定間隔で左から右に半強制的に移動させ、一語ずつではなく、数語を一度に一目で見ると読み方を身につける e-learning 教材が理想的ではないかと考える。

図 13 は、その一例で、最初に 1 文が黄色くハイライトされ、その中の単語が一定速度で画面上に色付けされ、単語を追いかけることで英文を読み進む練習である。この練習は、初級者向けに最適であると考えられ、逆行す

る悪い癖を修正し、英語の語順で読み進む習慣を身につけるのに役立つ。

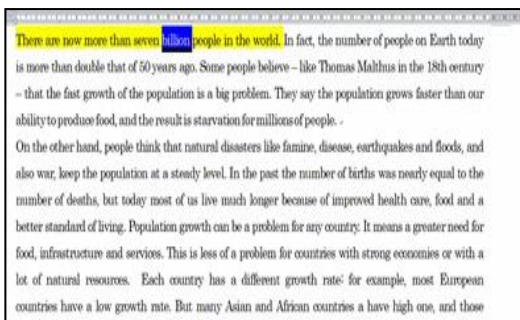


図 13 e-learning 練習例 1

次の例(図 14)は、マーカーで色付けしながら読み進む練習で、これも同じように逆行を防ぐと共に、1語1語ずつの認識から、数語を一度に認識しながら読み進む、フレーズリーディングへと発展するのに役立つものである。



図 14 e-learning 練習例 2

最後の例として図 15 に示すもには、一定間隔で文字が消えていく前に英文を読み進める演習である。フレーズごとに読み進むことに慣れ、逆行せずに、数語ずつを一度に読んでいくコツを習得するのに役立つと考えられる。

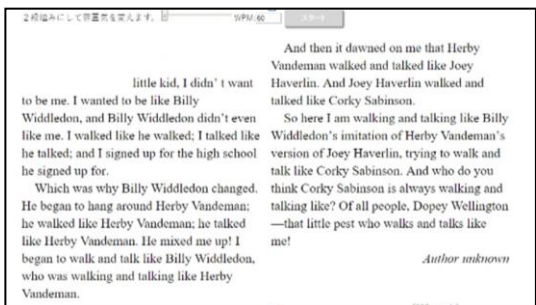


図 15 e-learning 練習例 3

これらの結果から、視線動向の注視時間に関する特徴は、英文の難易度や英語習熟度と関連しており、認知的な要素も英語習熟度や英文の難易度と関連があることがわかった。英文の難易度が高くなるにつれて注視時間は長く、ばらつきも大きくなり、回数も多くなる。また、英語習熟度が低いほど、注視時間も長く、ばらつきが大きくなり、認知的要素の干渉を受けやすくなることも明らかになった。

今後は、この研究から得られた結果を参考

に、習熟度の低いものが、視線の注視動向を改善することで、英文読解力を効果的に向上させることができるような e-learning トレーニングを更に発展させ、開発していきたいと考える。

<引用文献>

- ① Frenck-Mestre (2005) Eye-movement recording as a tool for studying syntactic processing in a second language: A review of methodologies and experimental findings. *Second Language Research*, 21. 175-198.
- ② Kern, R. G. (1994) The Role of Mental Translation in Second Language Reading. *Studies in Second Language Acquisition*, 16. 441-461.
- ③ 門田修平 (2007) 「日本人英語学習者によるガーデンパス文の処理メカニズム：眼球運動データに基づく検討」平成 19 年度～21 年度科学研究費補助金<基盤研究(C)>研究成果報告
- ④ Shishido, M. (2013) Image Tracking Based Measuring System for Adaptive English Learning. *Proceeding on 2013 International Conference on SIGNAL IMAGE TECHNOLOGY & INTERNET BASED SYSTEMS* 771-778.
- ⑤ Shishido, M. (2014) Eye Tracking for Measuring Learners' Behaviors on CALL Reading CALICO Conference 2014. Ohio University, Athens, Ohio, U.S.A.

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)

- ① Shishido, M. From Research on Eye Tracking to E-learning Training for Speed Reading. In *Proceedings of E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2017* (pp. 666-671). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). (2017). (査読あり)
- ② Shishido, M. E-learning Material Development for Improving Reading Proficiency: From a Research Perspective on Eye Tracking. In *Proceeding of EdMedia 2017*. (pp. 552-557). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). (2017) (査読あり)

[学会発表] (計5件)

- ① Shishido, M. From Research on Eye Tracking to E-learning Training for Speed Reading. E-Learn 2017. World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2017. Vancouver, BC. Canada. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). (2017).
- ② 宍戸 真 : 視線動向の研究から E-learning 教材の開発へ. 日本教育工学会第33回全国大会 島根大学 島根県 (2017)
- ③ Shishido, M. E-learning Material Development for Improving Reading Proficiency: From a Research Perspective on Eye Tracking. The EdMedia World Conference on Educational Media and Technology 2017. Alexandria, VA. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). (2017)
- ④ Shishido, M. Eye tracking for assessing learners' behaviors and proficiency levels on EFL reading. iiceHawaii2017, The IAFOR International Conference on Language Learning. Honolulu, Hawaii. U.S.A. (2017)
- ⑤ 宍戸 真: 習熟度の違いにおける英文読解時の視線動向に関する研究 日本教育工学会第32回全国大会 大阪大学 大阪府 (2016)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宍戸 真 (SHISHIDO, Makoto)

東京電機大学・システムデザイン工学部・
教授

研究者番号：20247084