

リーディング中の眼球運動に関する研究について

今村 一博*

With Regard to Research on Eye Movements in Reading

Kazuhiro IMAMURA*

ABSTRACT

For many years, much has been expected from research applying eye movement methods to reading, since eye movements in reading can be investigated at every moment in the research. However, it is difficult to say that this line of studies has made any great advancements in terms of understanding L2 reading. This is partly because the apparatus remains costly and the methodology of L2 reading research utilizing eye movements has not been established yet. Therefore, this study presents an overview of the features of eye movements used in reading, important related terms, and some eye movement research in L1 and L2 reading, which will lead to various suggestions for future research. Finally, the research methodology, including what kind of data should be utilized, and future research will be discussed in order to yield implications for education.

Keywords : eye movements, reading, fixation, saccade

1. はじめに

眼球運動、事象関連電位 (ERP)、機能的磁気共鳴画像法 (fMRI)、光トポグラフィーを用いた心理学及び心理言語学分野の手法を用いた研究は近年ようやく増えつつある。それらの手法の中でも特に以前から期待されてきた眼球運動を利用した研究について、L1(母語)での研究は増えつつあるが、L2(第二言語)での研究は依然として多いとは言えない。日本語を母語とする学習者を対象にして、英語でのリーディング時における眼球運動を調査した研究もまだ少ない状況が続いている。

その理由としては、眼球運動を調査するのに利用される機器が高価であることが先ず挙げられる。次に先行研究がまだ多くないため、特にL2での先行研究が少ないため、研究手法が確立していないことも理由として挙げられる。

しかし、眼球運動を利用したリーディング研究では、リーディングを開始した瞬間から、終了する瞬間まで

絶えずどの位置に視線を置いているかがわかるという大きな利点がある。リーディングの正確さを測るために行われる読解テスト、リーディングの速さを測るテスト等の結果からは、リーディングの途中の過程がわかりにくい、そうした部分を捕うことができると考えられる。このため、今後そうした研究が盛んに行われ、リーディング研究が進展することが期待される。しかし、リーディング時の眼球運動がどのような特徴を持っているか、これまでどのような先行研究が行われてきたか、第二言語習得や外国語教育の分野においても広く知られているわけではない。そこで本稿では先ず、リーディング時の眼球運動、よく用いられる関連する用語も合わせて概観した後、L1及びL2での眼球運動に関する先行研究について見ていきたい。最後に今後の研究について考えることにする。

2. リーディング時の眼球運動

リーディング時の眼球は、スムーズに動いているように思われるかもしれないが、実際には連続してジャンプ(跳ぶ)をしながら、ジャンプとジャンプの間に静止

* 一般科 教授

した状態がある。このジャンプはサッカード (saccades) と呼ばれ、英語母語話者では 20~40 ミリ秒程度必要とする。静止した状態は注視 (fixations) と呼ばれ、英語母語話者では平均 200~400 ミリ秒程度であるが、短い場合は 50~100 ミリ秒、長い場合は 500 ミリ秒程度と幅がある。意味のある情報は、注視している間にのみ得られ、サッカードの間には得られない。⁽¹⁾

一般的な英語母語話者のリーディングでは平均的なサッカードで 7~9 文字程度移動する。しかしサッカードの移動の長さは大きく異なり、1 文字分の場合から、20 文字を超える場合もある。熟練した読み手ではサッカードの約 90 パーセントは視線が前に進み、約 10 パーセントは後ろに戻る。この逆に戻る視線の動きは逆行 (regressions) と呼ばれる。理解が困難な部分では逆行が生じやすい。また注視の頻度は単語の長さ等によって影響を受け、特に短い語などは飛ばされる (skip) ことが多い。⁽¹⁾

3. L1 を対象とした研究

L1 においても L2 においても、眼球運動、視線解析を利用したオンラインの研究では、語彙レベル、統語レベルの研究が多く、依然として談話レベルのものは少ないが、以下で談話レベルの先行研究を示す。

3.1. Schoot 他⁽²⁾ (2011)

Schoot 他の実験 1 では、オランダ人の 10~12 歳の子どもの対象とした。31 人の高い読解力レベルの群 (高読解力群) と、26 人の低い読解力レベルの群 (低読解力群) に対して、L1 (オランダ語) のリーディングに関して調査が行われた。

実験協力者である子どもたちが読む文章は、話の終わりの方に位置するターゲット文 (target sentence) がそれまでの話の展開と一貫性のある (consistent) 文章、そして一貫性がない (inconsistent) 文章の大きく分けて 2 種類があった。さらにその各々において、一貫性の有無を左右する文が、ターゲット文と位置的に近いか遠いかによって、local 条件と global 条件の 2 種類を作り、計 4 種類の文章が用意された。つまり、①一貫性のある文章 (local 条件)、②一貫性のある文章 (global 条件)、③一貫性のない文章 (local 条件)、④一貫性のない文章 (global 条件) という 4 種類の文章が作成された。

協力者はボタンを押す毎にモニター上に次の 1 つの文が提示される、自己ペース移動窓 (self-paced window) で文章を読み、ターゲット文 (1 つの文) を読む時間の長さが、4 つの文章各々において測定された。

結果として、高読解力群は global 条件で、一貫性のある文章よりも、一貫性のない文章を読む際に、話の展開の矛盾に気づき、ターゲット文を読む時間が長く

なった。一方、低読解力群では、展開の矛盾に気づかず、一貫性が無くても、ターゲット文を読む時間が長くならなかった。

しかし、実験 1 では、常に自己ペース移動窓内の 1 つの文しか読めず、前の文脈に戻って読み直すことができないという欠点があったために、自己ペース移動窓方式ではなく、実験 2 では次のような眼球運動を調査する視線解析方式が採用された。

具体的には、実験 1 と同じ文章が使われたが、モニター上に 7~8 行の文章が提示され、協力者がスペースキーを押す毎に次の 7~8 行の続きの文章が提示された。協力者は同じくオランダ人の子どもたちで、16 人の高読解力群と、15 人の低読解力群に対して、L1 のリーディングに関して研究が行われた。手続きとしては、協力者が文章を読んでいる際に、ターゲット文への初回通過経過時間 (first pass duration: 注視が領域内に最初に入ってから出るまでの継続時間)、ターゲット文との矛盾の原因となる描写への逆行 (regressions) 等の回数が調査された。

統計処理後、実験 1 の結果と同様の結果が、詳細に確認され、状況モデル、ワーキングメモリー等の観点からも考察された。Schoot 他⁽²⁾ (2011) では、実験 1 と 2 の結果はほぼ同じことを示したが、実験 2 では協力者が 1 文ごとではなく、7~8 行の文がモニターに示され、話の展開上の矛盾に気づいた際に先行文脈に逆行できるなどより自然なリーディングに近い状態であったこと、また視線解析によって逆行の回数がカウントされ、かつターゲット文を読むのに要した時間等が詳細に記録されたという点で、実験 1 を補完したと言える。

3.2. Everatt 他⁽³⁾ (1994)

ノッティンガム大学の学生・職員 36 人を協力者として、モニター上に 3 行提示して文章を読ませ、眼球運動を測定する装置を用いて、ターゲットとなる語の凝視継続時間 (gaze duration)、総注視時間 (total fixation time: 逆行時の注視時間も含めた、注視時間の合計) 等を調査した。さらに読解テスト (空欄補充式)、読解速度テスト、語彙テスト (同意語を選択する多肢選択式)、実在語及び非実在語の語彙性判断課題テスト等を実施した。

ステップワイズ式重回帰分析を行ったところ、「読解力」は、35 パーセントが非実在語の語彙性判断課題の反応時間、9 パーセントが凝視継続時間、7 パーセントが語彙力で説明される結果となった。

読解力、つまり読みの正確さと読みの速さの相関が低いことが示された。一方、眼球運動によって調査された凝視継続時間が他の多くの項目よりも読解力を説明する割合が高く、語彙力とほぼ同様、またはそれよりもむしろ高いという興味深い結果となった。しかし、

この研究だけでは解明されていない点も多く、今後の研究が期待される。

4. L2を対象とした研究

4.1. Bax⁽⁴⁾(2013)

71名のマレーシア人大学生を調査対象とした。IELTS (International English Language Testing System) の2つの英語(マレーシア人大学生にとってはL2)の文章、計11の質問項目をモニター上で取り組んでいるところを、(i)テキスト全体、(ii)1文、またはそれ以上のテキストの重要部分、(iii)単語またはフレーズという3種類のレベルで、眼球運動に関するデータ、つまり総注視時間や総注視回数等を調査した。その後、リコール・インタビューが実施された。

眼球運動に関するデータ、リコール・インタビュー結果から、テキスト全体から単語レベルまで、いずれの認知処理レベルにおいても、上手な読み手(successful reader)と下手な読み手(unsuccessful reader)には違いがあった。例えば下手な読み手は、上手な読み手に比べて、テキスト中で答えの根拠となる部分を探すのに時間がかかる傾向が見られた。単語やフレーズレベルにおいて、それらの意味がわからなかったり、答えの根拠となる部分とテキスト中の語彙を自信を持って結びつけることができなかつたりして、同じところに長く視線が留まる傾向が見られた。

この研究はIELTSという資格テストに実際に取り組んでいる大学生を対象に、眼球運動に関するデータを利用して行われた数少ない貴重な研究であり、こうした研究は多くの指導者やテスト開発に携わる者に多くの示唆を与えると考えられる。

4.2. 門田⁽⁵⁾(2010)

外国語として英語を学ぶ日本の大学生・大学院生計18名を対象にして、眼球運動データを採取した研究である。提示した英文テキスト・設問はTOEICの予想問題集(速読問題)を利用し、その中から長文パッセージ(約120~130語)及び短文パッセージ(約50~70語)を各々4つずつ、計8つ用意した。テキストの提示は、1画面に1つのパッセージ及び設問を表示した。

結果は以下の通りであった。

- (1) 1秒間に単語数で約1,844語、文字数で9,241字の処理スピードを持つ。
- (2) 1語について平均1.609回停留(1回の停留に換算して平均約4文字を知覚)し、停留時間の平均は約333ミリ秒である。
- (3) 1語毎に平均0.380回(約3語に1回)の逆戻りが見られ、眼球の平均移動量は視野角にして4.03度である。

この基礎的研究は平均的な日本の英語学習者の眼球運動に関するデータを提示したが、今後、多様な習熟度の日本の英語学習者を対象とした研究、様々な読み

の条件下で読んだ場合の比較に用いることが予想され、貴重なデータと考えられる。

5. 眼球運動データを利用した今後の研究

眼球運動データを利用した今後の研究について考えてみたい。研究手法についてはまだ確立されているとは言えないので、こうした研究を行った場合には、論文等で調査方法を再現性が保証されるように詳細に報告し、結果についても後にメタ分析が可能のように詳しく報告することが重要であると思われる。

眼球運動データとしては、先行研究で多くのものが使用されてきている。Hyona⁽⁶⁾(2003)では既存のものでは領域内凝視継続時間(regional gaze duration: 領域から出る前に、領域内で注視された時間の合計)、二回目注視時間(second-pass fixation time: 領域における初回のリーディングの後、その領域に戻ってなされた注視時間の合計)を推奨し、拡張初回通過注視時間(extended first-pass fixation time: ある領域を読み終えるために戻る限りは、初回の読みを終えないで、初回のリーディングの途中で前の領域に戻ることを許す、領域内凝視継続時間)を提案している。他にも類似したものが提案されているが、いずれにせよ前の文脈に戻って読むことを想定したデータを含むべきである。視線解析用ソフトウェアでは、領域の指定をデータ採取後、何度でも指定できるものが多いので、各々の調査に合ったものをいくつか試みるのが望ましいと考えられる。

また眼球運動を利用した研究では、先述の通り、リーディングが開始されてから終了するまで絶えずデータを採取し、観察することが可能であり、これは大きな長所である。しかしながら視線が置かれていることが、必ずしも理解していることと同義ではないので、理解度を合わせて調査することや、インタビュー等と合わせて行うことが必要である。

本稿では、語彙レベルや統語レベルではなく、文章レベル、ディスコースレベルの先行研究を意図して選んで示したが、そうした研究は依然として極めて少ない。今後こうした研究の数が増え、従来の伝統的な手法を補完し、多くの新たな教育的示唆が得られることが期待される。

また、門田⁽⁵⁾のように、特にタスクを設けずに、テキスト全体を読んだ場合の基礎的データが、多様な習熟度の学習者(母語話者も含めて)を対象に集積されていくと、学習者の習熟度の向上の指標に、将来利用することができる可能性があると考えられる。そのため、こうした基礎的研究が今後数多く実施されることが期待される。

参考文献

- (1) Staub, A., Rayner, K.: “Eye movements and on-line comprehension processes”, (Editor: Gaskell, M.) Oxford Handbook of Psycholinguistics, Oxford University Press, pp. 327-341. 2007.
- (2) Schoot, M., Reijntjes, A., and Lieshout, E.: “How do children deal with inconsistencies in text? An eye fixation and self-paced reading study in good and poor reading comprehenders”, *Read Writ*, 25, pp. 1665-1690. 2012.
- (3) Everatt, J., and Underwood, G.: “Individual differences in reading subprocesses: relationships between reading ability, lexical access, and eye movement control”, *Language and Speech*, 37, pp. 283-297. 1994
- (4) Bax, S.: “The cognitive processing of candidates during reading tests: Evidence from eye-tracking”, *Language Testing*, 30, pp. 441-465. 2013.
- (5) 門田修平: 「SLA 研究入門」, 第 4 章, くろしお出版, 2010.
- (6) Hyona, J., Lorch, R, and Rinck, M.: “Eye movements measures to study global text processing”, (Editors: Hyona, J., Radachi, R. and Deubel, H) *The Mind’s Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*, North-Holland, Ch. 16. 2003.