

眼球運動データによる読解過程の分析

菅谷 克行^{*1}

Email: katsuyuki.sugaya.principia@vc.ibaraki.ac.jp

*1: 茨城大学 人文社会科学部 現代社会学科

◎Key Words 読解, 眼球運動, メディア特性, 集中力

1. はじめに

近年、電子書籍サービスの普及により、利用する書籍を印刷版にするのか電子版にするのかを選べる時代となっている。教育分野においても、従来の印刷版教科書と並行し、デジタル教科書・教材が導入されるようになってきており、電子メディア上での文章読解の機会が増えている。

その一方で、読解中の集中度、読みやすさなどの評価には差異があり、各読書メディアの特性や読者に及ぼす影響力を慎重に検討すべきとの指摘もある。

本研究は、文章読解時における視線の動きに着目し、読解過程における眼球運動データの特徴量を抽出し分析する。特に、電子書籍使用時と印刷書籍使用時の視線移動・注視点などを比較し、それらの特徴と読解行動およびメディア特性との関係性を明らかにすることを目的としている。本稿では、読解の集中度と眼球運動データの関係に焦点を絞り、実験結果を示しながら考察を加える。

2. 文章読解過程と眼球運動

これまで著者らの研究グループでは、各種書籍メディアにおける読解過程・行動に着目し、調査や実験を通じて、メディア間の読解行動の比較、書籍メディアが読解方略に及ぼす影響の分析、メディア特性に適応した読書方略の探究等を行ってきた⁽¹⁾⁻⁽³⁾。これらを通じて、書籍メディアの違いによって読書時の疲労度、集中度、注意力に差異が生じる可能性があることや、書籍メディアに対する読者の評価の違いの要因を明らかにすることなどが、新たな課題として示唆された。そこで本研究では、文章読解行為をより詳細に分析するために、読者の視線移動・眼球運動に着目し、これらの課題解決に取り組むこととした。

人の視野は解像度の高い「中心視野」と解像度の低い「周辺視野」で構成されており、読書時には中心視野を移動させ、注視状態（停留）と次の停留点への移動運動（サッカード）を繰り返す視線移動により文字・文章を認識している⁽⁴⁾。そのため、文章読解行動と眼球運動には深い関係性があると考えられる。

読書中の視線移動に関する研究には、読書の知覚過程を分析したもの⁽⁵⁾や、言語教育を対象としたもの⁽⁶⁾、音読時と黙読時の眼球運動の役割を認知科学的に比較分析したもの⁽⁷⁾などがある。しかし、書籍メディア間の読解過程・行動の差異を、眼球運動データに基づいて、理解度、疲労度、集中度、注意力に着目・分析している事例はなかなか見つからない。

本研究では、視線計測機器を用いて文章読解中の視線移動・停留データを獲得・分析し、書籍メディア間の文章読解過程の特徴を考察することを目標としている。

3. 文章読解時の眼球運動データ獲得実験

3.1 実験の手順

文章読解中の視線移動・停留を分析するために、眼球運動データを実験によって獲得する。実験の手順は、以下のとおりである。

- ① 実験目的と内容の説明および実験参加承諾
- ② 日常の読書に関する質問紙調査
- ③ 視線計測機器の装着と校正
- ④ 読書時の眼球運動測定（電子書籍、印刷書籍）
- ⑤ 実験後インタビュー

まず①において、研究目的とデータの取り扱い方等の留意事項を実験参加者に説明し、同意を得た上で実験に臨んでもらった。②の調査では、実験参加者の日常の読書習慣を把握するため、読書が好き・嫌い、平日と休日の読書時間（分）、よく読む書籍のジャンル、書籍メディアの使用状況（割合）、電子書籍の利用状況（デバイス、画面のタイプ、サービス名）、好みの書籍メディアとその理由、一ヶ月の読書冊数などを回答してもらった。③で実際に視線測定機器を装着し各種調整と設定を行った後、④で視線計測実験を実施した。計測実験終了後、⑤で読んだ書籍の概要、実験中の読書への集中状況、疲労、書籍メディアの評価を、半構造化インタビュー形式で聞き取った。

3.2 視線計測機器と獲得データ

本研究で使用した視線計測機器は、竹井機器工業株式会社のTalk Eye Lite（両眼タイプ）である。視線の検出は瞳孔画像処理方式、サンプリング周波数は30Hz、獲得データは以下のとおりである。

- 眼球角度 [deg]（両眼）
- 瞳孔径 [dot]（両眼）
- 視線移動速度 [deg/sec]（両眼）
- 注視時間 [msec]（両眼）
- 瞬きの有無（両眼）
- 奥行き [m]
- 両眼合成角度 [deg]

これらのデータを専用の解析プログラムにかけることによって、画像上に視線の軌跡表示、軌跡の注視表示（ヒートマップ）などが可能である。

図1は、電子書籍使用時の視線の軌跡・注視点をヒートマップで表したものである。赤色部分は停留時間が長く、青系色の部分は停留していないことを示している。図1から、視線が文章上をスムーズに移動と停留を繰り返している様子が判る。

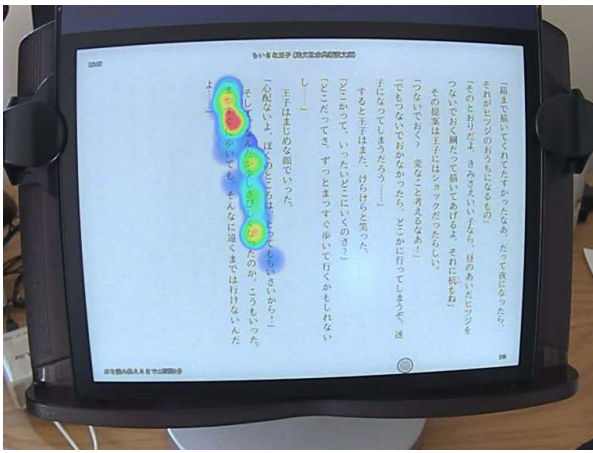


図1 視線の軌跡・注視点 (電子書籍使用時)

4. 結果と考察

実験で獲得した眼球運動データに基づいて視線の軌跡・注視点を分析した結果、読書に集中していた場合と集中していなかった場合とで、視線移動に差異があることが判った。実験後のインタビューで、読解中に集中力が途切れていた時(その時に読んでいたページ番号など)について聞き出し、その時の視線移動データをヒートマップで表示してみると、図2に示すように、視線が散らばっていることが判った。実験参加者に、このヒートマップ動画を見せながら、この時の状況を詳しく聞いたところ、「読書を進めるうちに少し疲れてきて、多少の眠気を感じ、集中力が途切れそうになっていた」と回答していた。

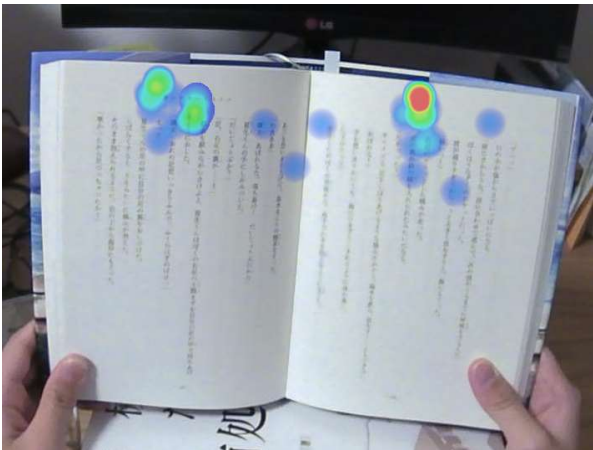


図2 視線の軌跡・注視点 (非集中時)

その一方で、図3は集中して読書を進めていた時の視線データのヒートマップ表示で、停留と移動を繰り返しながら視線が文章上を進んでいることが判る。

以上より、視線の移動・停留状態が判れば(視線移動データとして入手できれば)、その人が読書に集中している状態なのか、集中していない状態なのか判断できると考えられる。つまり、ある人が一冊読み終えるまでに、集中力を切らさずに読み進めていたのか、途中で何度も集中力が途切れてしまっていたのか、視線移動データを見れば一目瞭然であるということである。

ただし、ページをめくる動作時や誤操作をしてしまっ

た時に視線移動がスムーズでなかったり飛んでしまったりすることがあることや、測定機器が正しく瞳孔を認識していない場合もあるため(その結果として、視線が散らばっているように測定されてしまう場合もあるため)、データの確認には慎重を要することを付記しておく。

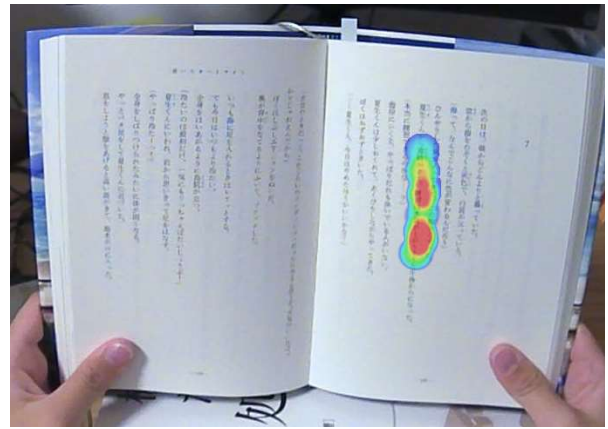


図3 視線の軌跡・注視点 (集中時)

5. おわりに

本稿では、視線移動データに基づく移動・停留ヒートマップ表示から、文章読解中に集中しているか否かを判定できることを報告した。しかし、媒体による視線移動の差異やメディア特性との関係性については、現在、明確な結果を得られていない。そこで、実験を重ねることにより、各書籍媒体のメディア特性と視線移動データとの関係性を明らかにすることや、実験前調査で得た実験参加者の読書習慣情報と実験データとの関係性を分析することを、今後の課題として挙げておきたい。さらに、理解度の評価を含めた読解過程全体を眼球運動データから説明できるか否かについても検討項目に加え、今後の電子メディアを利用した文章読解・教育の可能性を探ってみたい。

謝辞

本研究の一部はJSPS 科研費 21K02824 の助成を受けて実施したものである。

参考文献

- (1) 菅谷克行：“電子書籍上の読書に関する一考察”,2010PC カンファレンス論文集,p.267-268(2010).
- (2) 中嶋彩菜, 菅谷克行：“紙媒体と電子媒体における「読み」の比較—高校現代文の読解問題を用いた実験より—”, CIEC 研究会論文誌,Vol.4,p.75-78(2013).
- (3) 菅谷克行：“書籍のメディア特性の違いが及ぼす読書行動の変化”,茨城大学人文社会科学部紀要『人文コミュニケーション学論集』,Vol.2,p.123-144(2018).
- (4) 荻坂直行編：“読み—脳と心の情報処理”,朝倉書店(1998).
- (5) 村石昭三：“読書過程の分析”,ことばの研究, Vol.1, p.411-426(1959).
- (6) 柳澤絵美, 大木理恵, 鈴木美加：“アイカメラを使って観察した日本語レベルによる文章の読みの特徴”,日本語教育方法研究会誌, Vol.16, No.1,p.46-47(2009).
- (7) 高橋麻衣子, 清河幸子：“読解活動における眼球運動の役割：黙読時と音読時の比較から”,認知科学, Vol.20, No.4, p.470-480(2013).