

令和 5 年 5 月 3 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2021～2022

課題番号：21K18488

研究課題名(和文) 眼球運動計測から児童の読書方法と理解度を探る

研究課題名(英文) Exploring Children's Reading Methods and Comprehension through Eye Movement Measurements

研究代表者

保坂 寛 (HOSAKA, Hiroshi)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・客員共同研究員

研究者番号：50292892

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,000,000円

研究成果の概要(和文)：学童保育所に通う児童35人を被験者、学習漫画を教材とし、読書中の眼球運動を眼鏡型アイトラッカーで計測し、音読と黙読、紙媒体とモニタ表示を比較した。黙読と音読の比較は以下。所要時間は音読の方が長い。音読では注意力が文字に集中する。2年生ではgaze plotに顕著な差があり、黙読では音韻変換が不十分の様相。4年生では差が小さく黙読でも音韻変換している様相。紙媒体とモニタ表示の比較は以下。所要時間は紙の方が長い。固視回数はモニタの方が少ない。固視時間は3年生ではモニタが長く、5・6年生では紙が長い。3年生では紙よりモニタの方が僅かに内容理解度が高い。以上は従来研究の仮説と一致する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、学童保育所という自然な環境、かつメガネ型という装着負担の無い手法で、児童の視線追跡を組織的に行った初めての研究である。従来の読書理解の研究は、児童の報告や理解度テストなど間接的、主観的評価に依った。本研究の視線追跡は、眼球の生理的運動に基づく客観的な評価である。自己申告では内容を把握しにくい児童の読書の興味や理解度を計測できる可能性を示し、また、従来の教育・認知心理学研究における仮説を裏付けるデータを取得した。近年の我が国児童の読書量の低下は著しい。本研究は興味や理解度の推定を目指しており、読書量を増やす図書開発に貢献する。またデジタル教材の長所短所の把握にも有用である。

研究成果の概要(英文)：Eye movements during reading picture books were measured with a spectacle-type eye tracker for 35 children attending a day-care center, comparing oral with silent readings, and paper with display readings. Comparisons between silent and oral readings are as follows. (1) The time required for oral reading was longer. (2) The attention is concentrated on the letters when reading aloud. (3) The difference in the gaze plot was significant in the 2nd graders, suggesting their phonological conversion was insufficient in the silent reading. Comparisons between paper and monitor display are as follows. (1) The time required for reading was longer for the paper version. (2) The number of fixations was lower on the monitor. (3) The monitor display was used for longer fixation time in the 3rd grade, while the opposite was observed in the 5th and 6th grades. (4) The comprehension level was slightly higher for the monitor in the 3rd grade. These results support hypothesis in previous research.

研究分野：情報機器

キーワード：視線計測

### 1. 研究開始当初の背景

日本の児童の読書量が著しく低下している。2019年集計によると、1カ月に読む本は全学年平均で3.1冊、学年が上がるにつれて読書量が減少する傾向にあり、1年生が3.8冊で最も多く、最低は5年生の2.3冊、4・6年生の約3割は1カ月に1冊も読まない(出所:学研総合研究所「小学生白書」2019)。読書量の減少を抑える一つの手立てとして、小学校や学童保育所での読み聞かせや読書の奨励がある。報告者は平成30年度から令和2年度まで、「学童の健やか成長支援プロジェクト」を実施した。その中で、柏市立小学校に付設された学童保育施設「こどもルーム」において、1年生が3年生になるまでの3年間にわたる読書に関するアンケート(入所児童約4,000人と保護者・回答率約60%)を実施した。また6こどもルームでは、大学生と市民による読み聞かせと読書観察を実施した。その過程で、学習まんがを読む際、絵を熱心に追うことで知らない文字(漢字)を理解した例などに出会った。しかし、読み聞かせと観察だけでは、本への関心度や内容理解度を計測できなかった。幼児や児童の言語習得は視覚と聴覚によるから、視線追跡による計測が有効と考えた。また、自然な読書時の観察には、メガネ型の視線計測装置により、普段と同じ場所で同じ図書を読むことと考え、本研究の実施に至った。

視線計測技術は、発達心理学研究において、乳幼児の動眼神経の調整発達や注意・関心、および物体認知の過程を探るのに使用されている。その大方の研究目的は、典型発達児と自閉症児とを鋭敏に判別する方法を確立し、乳幼児が社会性を身につける過程の違いを追跡するものである。デスクトップ型の装置に実験サンプルを入力して、それを乳幼児に見せ、眼球運動や視線移動を計測している。一方で、小学校低学年の読書における内容認識度などを視線計測により観察した研究は見当たらない。

### 2. 研究の目的

本研究は、児童にメガネ型視線計測装置を装着してもらい、読書時の視線データから、内容理解のプロセスを解明する方法を探究する。そのため、まず、学童保育所という多数の児童が自由に動き回る一般の集会場で、児童が装置を装着して自然に読書出来るか、また、通常は成人が管理下で使用するイトラッカーが、児童の小さく、動きの多い顔に固定でき、視線を正確に計測できるか、といった児童特有の実験条件を確認する。次に、従来から研究例の多い、音読と黙読での視線を計測し、計測結果と従来の知見が一致するか、新たな知見が得られるかを確認する。最後に、近年の教育現場で普及してきたデジタル教材の長所短所を把握するため、紙媒体とデジタル媒体における視線の差異を計測し、その理由を考察する。対象図書には、児童に好まれ、また、視線の動きが大きい絵本と学習まんがを用いる。

### 3. 研究の方法

発達心理学や認知脳科学の研究によると、児童の言語の習得が主に視覚認知と聴覚認知によっていることがわかっている。そこで、音読と黙読における視線の差異を計測する。また、文科省 Giga スクール構想において、タブレットや PC を一人一台もってのオンライン学習が試みられている。そこで、紙媒体とデジタル媒体における視線や理解度の差異も計測する。また児童を被験者にするため、柏市こどもルームという児童が日常的に放課後に活動をする場で、ストレスを与えずに実験する。

人を対象とする研究のため、東京大学大学院新領域創成科学研究科倫理委員会を含む公的な倫理委員会の審査承認を受ける。また実験参加者が児童であるから、保護者および学童保育所

「こどもルーム」の責任者（柏市こども部学童保育課およびこどもルーム主任指導員）には、実験に関する事前説明を行った上、参加同意書を提出していただく。実験データを含む情報の取り扱い管理についても、個人情報外部に流出することのないように、氏名を伏す、コピーを禁止するなど厳重に行う。

#### 4. 研究成果

##### (1) 予備実験

既存のメガネ型視線計測装置により、児童の視線を計測できるかを判定するため、柏市の学童保育所に通う児童 35 人を被験者とし、紙の絵本または学習漫画を読ませた。視線計測装置には、精度が高く、また後処理ソフトが充実する Tobii Pro Glasses 3 Wearable 100Hz を用いた。

実験結果は、1 年生ではほとんど計測不可、2、3 年生で半分程度計測可能、4 年生以上はほぼ全員で計測可能であった。低学年で計測が難しい原因は以下の 2 点であった。顔が小さいため、大人用に作られたメガネおよびセンサ位置が児童の眼球位置に合致しない。装着開始時に円形マーカーを強く凝視してセンサのキャリブレーションを行う際に、しっかりと凝視ができない。また、本を手にもつよりも書見台に固定した方が計測の認識率が高かった。以上により、2 年生以上を対象として、紙の図書は書見台、デジタル書籍は大型モニタで見ることとした。

課題図書には、文字と絵からなる絵本、伝記まんがを種々用いた。児童の好みと計測の精度から、低学年では絵本「ねずみのすもう」、高学年では学習まんが「日本の歴史、織田信長」を本実験の図書に選定した。

##### (2) 音読と黙読の比較

2 年生と 4 年生に対して、同じ図書の同じ箇所に対して、音読を 1 回、黙読を 1 回行った。順序は以下のように設定した。

2 年生：A グループ（5 人）黙読 音読、B グループ（5 人）音読 黙読

4 年生：C グループ（4 人）黙読 音読、D グループ（3 人）音読 黙読

結果は以下となった。

音読が黙読より時間がかかるという確証が得られた。平均の時間は以下。A：黙読 42s、音読 55s。B：黙読 38s、音読 41s。C：黙読 1m55s、音読 3m15s。D：黙読 1m24s、音読 2m29s。

音読、黙読ともに gaze plot が文字部分に集中し、この傾向は音読の方が強い。これより、意識が文字に集中し、絵は周縁視で認知していると推定される。

音読の後に黙読する方が、その逆よりも所要時間が短縮された。これは音読により音韻変換に慣れ、黙読時にも音韻変換し易かったためと考えられる。従って理解度も高いと推定される。

2 年生では、音読と黙読の Gaze Plot のパターンに顕著な差があり、黙読で音韻変換が十分にできていないと推定できる。一方 4 年生では、両者のパターンの差が小さく、黙読でも音韻変換している可能性が高い。

従来研究により、大学生では黙読と音読で文章の理解度に差がないが、小学校低学年では、黙読より音読の方が理解度が高いことが知られている。この理由として、音読では音韻変換のために個々の単語に強制的に注意が向けられ、また、読解力が低い児童では、黙読では音韻変換ができていないためと考察されている。上記の結果は従来研究と一致し、は従来の考察を裏付けるものである。

以上の結果を、2022 年 3 月 26 日にオンライン研究報告会「やはり、音読は黙読より時間がか

かる アイトラッカーによる眼球の生理的な運動追跡のエビデンスから 」として発表した。

### (3) 紙媒体とデジタル媒体の比較

紙媒体と、紙媒体をスキャンした画像あるいはデジタル本の大型モニタ表示を音読してもらい、眼球運動計測データから読書所要時間、固視回数、固視時間を計測した。3年生10人に対して、内容理解度を測る課題テスト8問を行った。5・6年生6人に対して、デジタル表示に対して、文字が無く絵だけの部分にAOI (Area of Interest) を設定し、絵の認識度を測るテストを行った。以下の結果を得た。

読書所要時間は、両グループとも紙媒体よりモニタ上の方が短い。3年生：紙 5m59s , モニタ 5m13s . 5・6年生：紙 2m51s , モニタ 2m39s .

固視回数についても、モニタの方が有意に少ない、被験者全員の合計値は、3年生：紙 445 , モニタ 386 . 5・6年生：紙 1676 , モニタ 1259 .

固視時間は3年生でモニタの方が長く、5・6年生ではやや紙媒体の方が長い。グループ全員の合計値は、3年生：紙 2305s , モニタ 2447s . 5・6年生：紙 7897s , モニタ 7524s .

3年生の内容理解に関する小テストにおいて、2読書法の間、内容理解度に僅かな差異があった。正答率は、紙 0.90 , モニタ 0.95 .

5・6年生のAOI認識に関する小テストにおいて、正答率は0.93だった。

5・6年生のAOI固視回数は、紙 37 , モニタ 31 であり、差は小さかった。しかし、AOI固視時間は、紙 101s , モニタ 64s と大きく差があった。紙媒体では絵をよく見ているが、テストでの認識度に影響していないことになる。児童が何に興味をもって見ているのか、なぜ紙でのみ興味をもつのか、などは今後の課題である。

本研究と同じメガネ型アイトラッカーを使った韓国の研究がある ( You Jin Jeong & Gahgene Gweon 2021: <https://doi.org/10.1080/10447318.2021.1908668> ) . 被験者は大学生である。同研究は、印刷物、PC、タブレットという3メディアで読書した際の視覚パターン、読書パフォーマンス、読書態度を比較し、以下の結果を得ている。

デジタルは印刷物より長い固視時間と少ない固視回数をもたらし、より深い認知負荷を示唆する。

印刷物とデジタルで視線パターンに相違があるが、読書能力は理解と読書時間で測定する限りは両者に差異がない。

読者は印刷物での読書をデジタルよりも好んだ。

は本研究の結果と概ね合致する。5・6年生の固視時間の長短のみ異なるが、長短の差は小さい。は本研究で判明した AOI 固視時間の差に起因する可能性がある。

以上の結果を、2023年3月25日にオンライン研究報告会「眼球運動計測から児童の読書方法と理解度を探る」として発表した。

本研究では、メガネ型視線計測という新しい計測技術により、自己申告では内容を把握しにくい児童の読書の興味や理解度を計測できる可能性を示した。また、従来からの教育・認知心理学的研究での理解度に関する仮説 ( 音韻変換による強制的な注意力喚起、デジタルは紙より認知負荷が高いなど ) を裏付けるデータを取得できた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

2022年3月26日と2023年3月25日にオンライン研究報告会を開催し、初年度と最終年度の研究成果を発表。  
 研究内容の公開資料URLは以下。  
<https://is.edu.k.u-tokyo.ac.jp/プロジェクト/眼球運動計測から児童の読書方法と理解度を探る>

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	小佐野 重利  (OSANO Shigetoshi)  (70177210)	東京大学・相談支援研究開発センター・特任教授    (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関