

## 読み聞かせでの絵本と背景音の調和度が幼児の集中力に与える影響

## ～頭部運動による集中度の分析法の検討～

## Effects of the degree of story congruence between picture books and background sounds in reading to young children on their ability to concentrate.

## - Examination of the analysis of young children concentration by head movement-

油谷 凜<sup>†</sup>      北濱 幹士<sup>†</sup>      山田 光穂<sup>†</sup>      程島 奈緒<sup>†</sup>  
Rin Aburadani   Kanji Kitahama   Mitsuho Yamada   Nao Hodoshima

## 1. はじめに

日常生活の様々な場面でその場の雰囲気や行動に沿った BGM や音楽が使用されている。さらに、多くの映像作品のように物語である場合は、その内容により適した BGM を使用することで物語への没入感が深まり物語に集中させる効果がある可能性がある。BGM と作業効率との関連については多くの研究がある。先行研究[1]では社会人を対象に個人での知識創造活動の作業のしやすさと音環境の関係について印象評価実験を行っている。クラシック音楽、音声マスク、川のせせらぎと鳥の鳴き声を含む自然音、滝の流水音の 4 種類の音源をオフィスの暗騒音に追加した環境で知識創造を必要とする課題を実施し、作業や音環境に関する評価項目について 7 段階尺度で評価を行った。その結果、オフィスの暗騒音のみの条件と比べて、クラシック音楽や自然音を付加した条件の方が作業し易い印象が有意に向上し、心理的な作業効率も有意に高くなった。音声マスクを付加した条件では暗騒音のみの条件と比較すると作業し易さの印象は有意に低下した。滝の流水音と音声マスクの条件間では明らかな差はみられなかった。

BGM や音楽が人の行為に影響を与えるのは、大人に限られたものではない。先行研究[2]では、小学 1~6 年生の児童を対象とした読み聞かせにおいて、効果音の挿入箇所と非挿入箇所における物語の内容理解度テストの得点を比較している。9 名中 3 名は効果音の挿入・非挿入で理解度テストの点数は変わらず、9 名中 4 名が効果音の非挿入箇所と比べて挿入箇所の方が物語に関する理解度テストの得点が高い結果となった。

先行研究[3]では小学生低学年を対象にした読み聞かせにおいて背景音と物語の調和度が物語理解度と集中力に与える影響について調査した。背景音が物語の内容に沿う場合と沿わない場合、無音条件の 3 条件において、物語理解度に有意差は見られなかった。研究では集中力に関する尺度として、「身体を動かした回数」「目線をそらした秒数」と主観的な尺度が使用されていた。

集中力に関する客観的な尺度として、眼球運動の測定による「視線軌跡」や「瞬目回数」が挙げられる。先行研究[4]では、大学生を対象に行った実験で講義に集中している状況と、講義以外の考え事をしている状況のそれぞれの眼球運動を測定している。その結果、講義に集中している状況の方が、視線軌跡に関わるよそ見の回数が有意に少ないことが分かった。また、瞬目回数に関しても、講義以外の考え事をしている状況と比較すると、講義に集中している状況の方が有意に少ないことが分かっている。

本研究では幼児の読み聞かせにおいて絵本の内容と背景音の調和度を変化させることによって、集中力にどのような影響を与えるのかを調査するための実験を行った。集中力を測る尺度としては眼球運動に注目した。ユーザーの注視点の動きを解析することにより、注意、興味、難易度を測定する指標となりうるとされている[5]ことが理由である。先行研究[6-8]からは眼球運動の中でも特に注視時間からは興味や困難さを評価できることも分かっている。幼児の眼球運動を測定した先行研究[9]では、ディスプレイに表示した絵本の読み聞かせ中の視線運動と表情からの感情判断を用いて子どもの嗜好の抽出に挑戦している。

先行研究[1]の実験は社会人が対象に個人の知識創造課題にて実施したが、本研究では対象を幼児とし、読み聞かせにおいても背景音無し条件に比べて物語の内容に沿った背景音条件の時に集中力の上昇があるかどうか調べる。また、先行研究[3]において、集中力の評価に主観的な尺度を使用した。しかし、眼球運動を測定することで客観的な評価が可能かを調査する。実験は、先行研究[10]で選定した眼球運動測定機器を使用した。しかし、この装置では頭部運動を取得できない。先行研究から鑑賞時の幼児の頭部運動の取得も集中力の判断に必要なことが分かったため、撮影した視野映像から実験参加者の頭部運動を取得し、眼球運動と頭部運動から集中度を評価する方法について検討を行った。この結果を元に教育現場において、読み聞かせ時や音読時の際の音環境をより良くする手法を提案することが本研究の最終目標である。

## 2. 実験内容

## 2.1 実験参加者

実験参加者は東海大学付属本田記念幼稚園（以後、本田記念幼稚園）と荒川区立日暮里幼稚園（以後、日暮里幼稚園）に所属する 5~6 歳の女児 8 名、男児 17 名の計 25 名であり、26 個のデータを測定した（女児 1 名は 2 度測定）。実験参加者の幼児には実験前に口頭で了承を得ると共に、保護者には事前の同意書を以って実験参加の了承を得た。

## 2.2 実験条件

本実験では複数回実験を実施しており、読み聞かせの提示条件を一定にするため、対面での読み聞かせではなく事前に撮影した読み聞かせ映像をモニタに提示した。読み聞かせ映像の読み手である発話者は山の木文庫に所属し 24 年間教育施設でのボランティア活動を通じて読み聞かせに携わっている東京出身の 50 歳代の女性 1 名である。読み聞かせ映像に使用した絵本は、絵本 A「くんちゃんのもりの

<sup>†</sup> 東海大学 Tokai University

キャンプ (ドロシー・マリノ さく、まさきりこ やく、ペンギン社)」、絵本 B「げんくんのまちのおみせやさん (ほりかわまりこ作・絵、徳間書店)」である。これらの絵本は、絵本の舞台設定がそれぞれ街と森であること、歌を歌うような描写が無いことなどの理由から選定している。

表 1 に実験条件を示す。「背景音なし (再生音なし)」を背景音 A、「街をイメージする雑踏音」を背景音 B[11]、「森をイメージする自然音」を背景音 C とする。背景音 B、背景音 C[12]の選定のため、20 代の学生 6 名を実験参加者として事前に背景音調和度評価実験を行った。背景音調和度実験では、背景音 B、C の候補を各 3 個用意し、実際に本実験で使用される読み聞かせ映像の冒頭 2 分間と共に実験参加者 6 名に提示した。各背景音と読み聞かせ映像が調和していると感じるかどうかの評価を 5 段階で行った。「調和している」と感じる場合は 5 を、「調和していない」と感じる場合は 1 と評価をつけ、背景音 B、C の候補音源のうち最も評価の高い音源を背景音 B、C とした。本実験で使用した背景音 B、C を含め背景音の候補はそれぞれ BBC SOUND EFFECTS から wav ファイルで選定した。背景音 B、C の標準化周波数は 44100 Hz、量子化精度は 16 bit である。

### 2.3 実験手順

実験は本田記念幼稚園にて 2 日間、日暮里幼稚園にて 2 日間の計 4 日間実施した。本田記念幼稚園では教室にて、日暮里幼稚園では絵本を集めた図書室にて実験を実施した。各幼稚園の実験実施場所における暗騒音レベルを表 1 に示す。実験機材の設置図を図 1 に示す。実験参加者は 0.5m 離れた位置で並んで 2 名座り、一度の実験で 2 名の記録を測定した。背景音は Matlab で A 特性による正規化を行った上でオーディオインターフェース (PreSonus, STUDIO26c) を経由して、各実験参加者から 1.5m 離れた位置に設置した二台のスピーカ (GENELEC 6010A) から提示した。今回分析を行ったデータを取得した本田記念幼稚園で実施した実験での背景音と読み聞かせ映像の提示レベルの平均は約 64 dB である。実験参加者は椅子に座りモニター (SHARP LC50W30) にて提示された読み聞かせ映像を観た。実験は 3 条件の背景音条件と 2 本の読み聞かせ映像を組み合わせて行った。表 2 にその組み合わせを示す。

実験参加者はヘッドバンド型もしくはグラス型の眼球運動測定装置 (竹井機器工業, TalkEye Lite) を装着し視線運動と視野映像を測定した。また、実験中には生体信号計測器 (Biopac, Student Lab) を用いて人差し指に巻いた脈拍測定トランスデューサ (TSD200/SS4LA) を用いて心拍数を測定した。

### 3. 分析方法の検討

TalkEye Lite で撮影した視野映像の動きから頭部運動を取得し、TalkEye Lite で取得した眼球運動に加え、視線の動きを取得する。

表 1 各幼稚園での暗騒音レベル (dB)

本田記念幼稚園	静かな時	42.6
	騒がしい時	46
日暮里幼稚園	静かな時	42.9
	騒がしい時	56.1

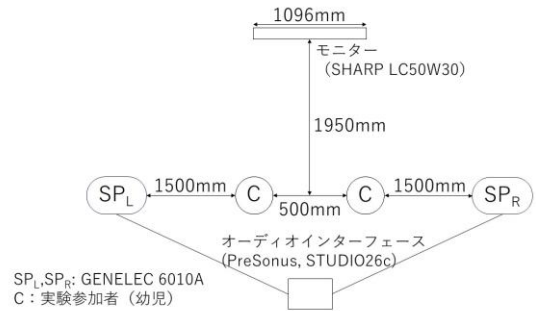


図 1 実験機材配置



図 2 幼児の頭部運動に伴い視野映像が動く例

表 2 背景音条件と読み聞かせ映像の組み合わせ

条件	読み聞かせ映像	背景音
条件1	絵本A	背景音A
条件2	絵本A	背景音B
条件3	絵本A	背景音C
条件4	絵本B	背景音A
条件5	絵本B	背景音B
条件6	絵本B	背景音C

### 3.1 視野映像から頭部運動の抽出

実験中の視野画像の例を図 2 に示す。この図から分かるようにディスプレイを見ているときの幼児の視線は眼球運動だけでなく頭部も大きく動き、話者や絵本への注視割合の分析は容易ではない。

そこで視野画像の動きから頭部運動を検出し、眼球運動に換算した。その方法について図 3 を用いて説明する。映像観察中の幼児の頭の動きに伴い視野画像内のディスプレイが移動する。この動きは実際の頭部の移動方向とは反対方向である。図 3 の  $\Delta x$ 、 $\Delta y$  はディスプレイの移動量を示す。動画編集ソフト (DaVinci Resolve) のトラッキング機能を用いてディスプレイの動きを抽出しキー信号を生成し、白い四角形の動きに置き換えた。この四角形の動きから Python で作成したプログラムを用いてディスプレイの移動量を計算した。視野画像内に表示されたディスプレイの幅  $W_d$  と実際に実験に使用したディスプレイの横幅 1096mm の関係を用いて  $\Delta x$ 、 $\Delta y$  を実際の移動量に換算した。これらの値と観察距離 1950mm から頭部回転角が得られる。TalkEye Lite にて得られた眼球運動回転角に頭部回転角を加えることにより、頭部をあご台で固定して実験をした時と

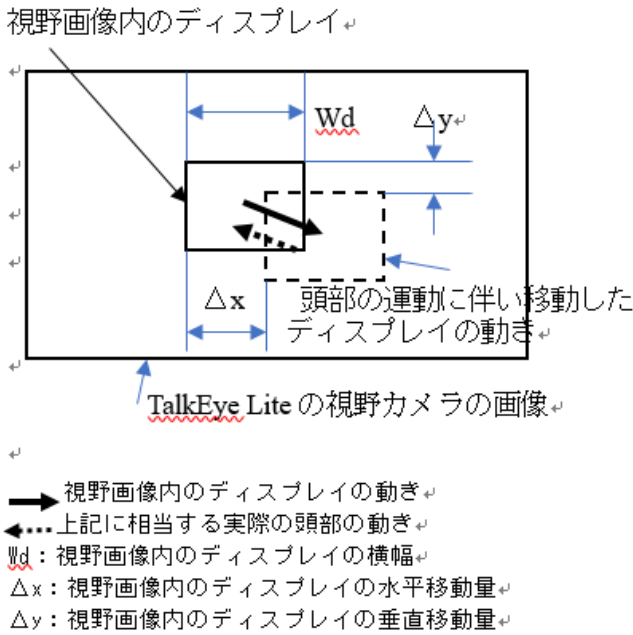


図 3 眼球運動の頭部運動への換算法

同様に静止したディスプレイ上への視線の角座標を取得することが可能になる。TalkEye Liteにて得られた眼球運動回転角に関して今回は両眼の視線から得られる両眼交点のデータを用いた。

### 3.2 視線座標の範囲判定

上記の処理で取得した頭部運動反映済みの視線運動の記録から、実験参加者が「読み聞かせ映像内の読み手（以後、読み手）」、「読み聞かせ映像内の絵本（以後、絵本）」、「その他」のいずれの範囲を見ているのか判定する処理を行う。図 4 のように視野映像の中で範囲判定に必要な点を設定した。このとき、各点について実際と画面上でのサイズの比率や 1 座標あたりの実際の距離などから各点を注視したときの回転角を求める。頭部運動反映済みの視線運動の回転角と範囲判定に必要な各点の回転角から、各フレームでの視線が 3 つの範囲のうちどの範囲に存在するか判定する。なお、読み手頭部は図中⑤-⑧の点で囲まれた四角形、読み手の胴体は⑦-⑩の点で囲まれた長方形、絵本は図中⑪-⑭の点で囲まれた四角形に近似するとして範囲判定を行った。また、中心窩の大きさが約  $1^\circ$ 、眼球運動の精度が  $1^\circ$  であることから誤差を考慮し、各範囲に対して範囲を大きくする方向に  $0.5^\circ$  のマージンを設けた。

### 3.3 視線座標の補正

実験の開始前に、キャリブレーションを行ったあと実験参加者の頭を正面に向けさせてディスプレイ中央の一点を注視させ、オフセット（基準の 0 点）を設定する。実験開始時に幼児の姿勢が変わり頭部運動のオフセットがずれるため、3.1 節で取得した視線の角座標にオフセット時からの頭部運動のずれの補正を行った。実際に注視点が記録されている TalkEye Lite の書き出し動画から範囲判定に用いた点を注視しているフレームを数フレーム確認し、3.2 節で求めた点の角座標と 3.1 節で取得した視線の角座標との

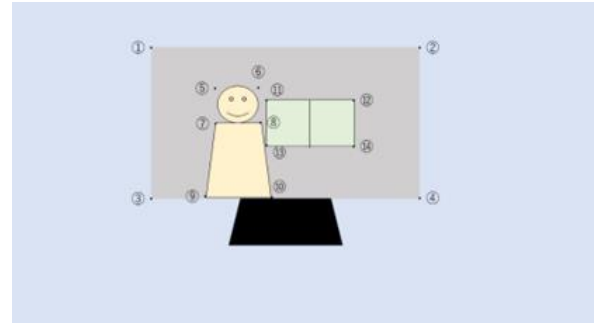


図 4 範囲判定に関する座標点のイメージ図

表 3 各範囲を注視していたフレーム数とその百分率

範囲	フレーム数	100分率(%)
読み手	2608	48.17
絵本	2592	47.88
その他	377	6.96
合計	5577	103.01

表 4 各範囲を注視していたフレーム数の合計を 100% としたときの各範囲の注視割合

範囲	フレーム数	100分率(%)
読み手	2608	46.76
絵本	2592	46.48
その他	377	6.76
合計	5577	100

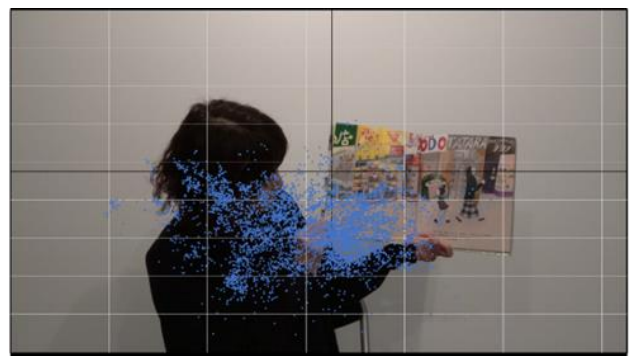


図 5 注視点と読み聞かせ映像の重ね合わせ

差を求めた。複数点で求めた差の平均を求め x 軸方向と y 軸方向それぞれに対して補正を行う定数を求めた。以降の分析で使用するデータは、3.1 節で取得した視線の角座標に求めた定数で計算し補正を終えたデータである。

## 4. 分析結果・考察

### 4.1 分析結果

本研究では、26 名の実験参加者のうち 1 名の計測データのうち 3 分間のデータを抽出し分析を行った。3 章の分析方

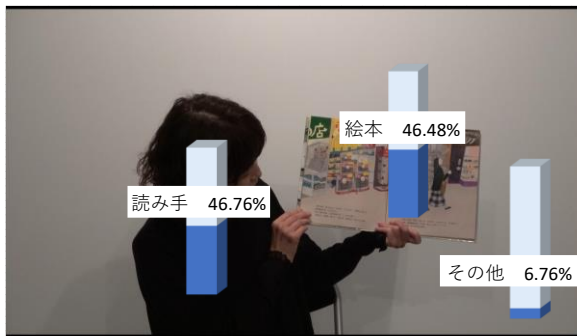


図 6 各範囲の注視割合

法で求めた毎フレームの視線の角座標を点とし、実際に実験で使用した読み聞かせ映像に重ね合わせたものを図 5 に示す。3.1 節の処理でおこなった範囲判定の結果として、「読み手」「絵本」「その他」の各範囲に注視点が存在していたのはそれぞれ何パーセントであったのかを求めた。その結果を表 3 に示す。なお、合計の百分率が 100%を超えているのは、 $0.5^\circ$  のマージンを設けたことで隣接している「絵本」と「話者」のどちらにも注視点が存在していると判定されたフレームがあることが理由であると考えられる。

また、各範囲を注視していたフレーム数の合計を 100%としたときの各範囲の注視割合を表 4 に、表 4 の注視割合を実際の読み聞かせ映像に重ね合わせたものを図 6 に示す。この結果から、この実験参加者は抽出した 3 分間において約 95%は「読み手」と「絵本」を同程度注視しており、「その他」を注視している割合は 5%ととても少ないことが分かる。

## 4.2 考察

絵本の注視割合が約 45%と高い割合となった理由として読み手の手の位置が関係していると考えられる。本研究では実験参加者が注視している点を「読み手」「絵本」「その他」としたが、読み手は絵本を自身の手で支えて読み聞かせを行っている。そのため、読み手が読み聞かせ中に絵本のページを次のページにめくる際に実験参加者が読み手の手の動きを追っている場合も範囲判定上では絵本を注視しているという判定となる。実験参加者が絵本下部のイラストや文字を注視していたのか、絵本を支えている読み手の手を注視していたのかを判断することは現時点では難しい。しかし、前後の視線の動きが読み手の手の動きと同じであれば読み手の手を注視しており、大きな動き無く固定であれば絵本の下部を注視していると判断することができる可能性がある。仮に読み手の手の動きを注視していたと考えたと、読み手への注視割合は 50%を超えることになる。このことは幼児の読み聞かせでは「読み手」の役割が大きいことを示している。この割合が幼児の発達とともに変化するか、読み手の工夫により絵本への注視割合を増加させることができるのか新たな研究課題が提起された。

また、本分析方法では頭部運動抽出のためディスプレイが視野映像に常に映り込んでいる必要があること、視線補正の精度をより向上させることなど課題も存在している。今後本実験にて取得した全データを分析し背景音や心拍数との同期や比較を行い集中度に関して調査を行う。

## 5. おわりに

本研究では、幼児の読み聞かせにおいて絵本の内容と背景音の調和度を変化させることによって、集中度にどのような影響を与えるのか、眼球運動を用いて調査するための分析方法の検討を行った。本研究では幼児に比較的反ラックスした状態で読み聞かせに参加してもらうため、あご台を使用せずに眼球運動の測定を行ったため、幼児の頭部運動を測定した眼球運動に反映させる必要がある。そこで撮影された視野映像から実験参加者の頭部運動を抽出し、眼球運動に反映させ注視点を範囲で判定する分析方法を用いることで、今回は約 3 分間の読み聞かせの間に実験参加者が読み聞かせ中にどの範囲を注視しているのかの割合を明らかにすることができた。先行研究[10]より注視割合が読み聞かせ中の集中度を判断できる可能性があるため、今後は同時に実験を行った他の幼児についても解析を進めるとともに、本実験にて計測した心拍数や背景音と同期させて分析を行うことで、読み聞かせ中の幼児の集中度が背景音の調和度による影響を受けるのか研究を進めていく。

## 謝辞

実験実施にあたり読み聞かせ映像の話者として荒木たくみ様(山の木文庫)に協力を得た。また、実験参加者の募集や施設の貸与として本大学付属本田記念幼稚園、荒川区立日暮里幼稚園の協力を得た。

## 参考文献

- [1] 佐藤考浩, 北條寛人, 三浦太郎, 小林真人, 科部元浩, 工藤恵美子, 辻村壮平, “音源の種類及び提示レベルの違いによる個人での知識創造作業への影響—働きやすいオフィスの環境デザイン手法に関する研究(その 5) —”, 日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学), 1, pp.65-66, (2019).
- [2] 小林諒也, “効果音を取り入れた絵本読み聞かせワークショップの開発”, 筑波大学図書館情報メディア研究科修士論文, 2019.
- [3] 油谷凜, 程島奈緒, “絵本読み聞かせでの BGM の物語調和度が物語理解度に与える影響”, 日本音響学会講演論文集, pp.905-908, (2023).
- [4] 中村亮太, 井上亮文, 市村哲, 岡田謙一, 松下温, “「Ghost Tutor」眼球運動を利用した自主学習支援システム”, 情報処理学会論文誌, 47, 7, pp.2099-2106, (2006).
- [5] A. Poole, L.J. Ball, “Eye tracking in HCI and usability research”, Encyclopedia of human computer interaction, IGI global2006, pp.211-219, (2006).
- [6] K. Rayner, “Eye movements in reading and information processing: 20 years of research”, Psychol Bull, 124(3), pp.372-422, (1998).
- [7] C. Sharma, S.K. Dubey, “Analysis of eye tracking techniques in usability and HCI perspective”, 2014 International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), pp. 607-612, (2014).
- [8] J. Wang, P. Antonenko, M. Celepkolu, Y. Jimenez, E. Fieldman, A. Fieldman, “Exploring Relationships Between Eye Tracking and Traditional Usability Testing Data”, International Journal of Human-Computer Interaction, 35, pp.483-494, (2018).
- [9] 渡部幹久, 松村敦, 宇陀則彦, “絵本の読み聞かせにおける視線運動と表情から子どもの嗜好を抽出する試み”, 情報処理学会第 81 回全国大会講演論文集, 2019, 1, pp.563-564, (2019).
- [10] 油谷凜, 北濱幹士, 山田光穂, 程島 奈緒, “読み聞かせでの絵本と背景音の調和度が幼児の集中度に与える影響—眼球運動による評価法の検討—”,
- [11] <https://sound-effects.bbcrewind.co.uk/search?q=07044040>
- [12] <https://sound-effects.bbcrewind.co.uk/search?q=NHU05014063>