KINJIRO:音読学習支援アニマトロニクス

中基久和巨 1) (非会員) 李昇姫 2) (非会員) 北島宗雄 3) (非会員) 星野准一 4) (正会員)

- 1) 筑波大学芸術系 2) 筑波大学芸術系
- 3) 長岡技術科学大学工学部経営情報系 4) 筑波大学システム情報系

KINJIRO: Animatronics for Children's Reading Aloud Training

Hisanao Nakadai ¹⁾(Non-Member) Lee Seung Hee ²⁾(Non-Member)

Muneo Kitajima³⁾(Non-Member) Junichi Hoshino⁴⁾(Member)

- 1) Art system, University of Tsukuba 2) Art system, University of Tsukuba
- 3) Engineering management information system, Nagaoka University of Technology
 - 4) Faculty of Engineering, Information and System, University of Tsukuba hnaka@geijutsu.tsukuba.ac.jp

アブストラクト

文章を声に出して読む音読は幼少期に行う事で、社会で必要な表現力や想像力を支える基礎をつくるとされ、小学校では読解の授業で音読が多用されている。音読指導では、文章を読む際に相手が理解しやすいように読み方を調整する能力を重視する項目が多く見られる。しかし、児童が学校の授業以外で、聞き手を意識した音読を継続的に行う事は容易ではない。本稿では児童が音読を行う際に、家庭などでひとりでも楽しく音読ができ、聞き手を意識した音読を促す自律アニマトロニクス「KINIJRO」を提案する。

Abstract

Reading aloud during childhood is fundamental to develop the necessary power of expression and imagination needed in society, and is adopted by many elementary schools in language classes. Teaching reading aloud focuses on the ability to adjust the way one reads to improve the understanding of the listener. However, it is difficult for children not in class to correctly read aloud while being aware of the listeners. In this paper we propose a support robot that will allow children to enjoy reading aloud by themselves or with their family, and encourage them to do so while paying attention to their listeners.

1. はじめに

本を読むことは私たちの生活を豊かにするだけでなく、環境の変化に対応するために必要な意思決定力やコミュニケーション能力の基礎を養うと言われている[1][2]. また、幼少期では文章を声に出して読む音読が重要とされており、小学校における国語の読解授業でも積極的に取り入れられている[3][4]. 文部科学省による小学生に向けた指導要領[2]では、音読は書き手の考えや自分の感じた事を相手に伝わるように文章を音声化することが重視されており、学校の授業では音読の表現力をのばすため、児童に「聞き手」の存在を意識させる取り組みがされている[5][6][7]. しかし、児童が学校の授業以外の「聞き手」がいない状態で、「聞き手」を意識した音読を行うことは難しい。また、児童は人前で声を出して読むことに対する羞恥心や、間違ってしまった箇所を指摘される恐怖心があり[8]、音読自体に集中できない問題も指摘されている[9]. こ



図 1 KINJIRO





図2柔らかい皮膚と毛並みの表現

のことから、読み手が読みやすい環境づくりが重要であるとされて いる[2].

上記のことから、児童が音読をする際には羞恥心や恐怖心ではなく、楽しさを感じられるような取り組みが必要であると考えられる。

本稿では児童の音読に対する楽しさを向上させ、聞き手を意識した音読を促す、音読支援アニマトロニクス「KINJIRO」を提案する(図1). 本システムでは、親しみが感じられる外見や、うなずく、まばたきをするなどの対話に重要とされる知覚動作[10]により、児童の「音読を聞いてもらっている感覚」を創出する. 評価実験では、ビデオ分析とアンケート評価を行い、聞き手(KINJIRO)を意識しながら音読を行う振る舞いが見られた.

2. 関連研究

2.1 音読に関する研究

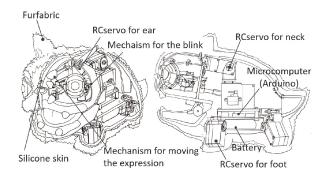
本節では、音読に関する先行研究について述べる. 高橋ら [1][11]によると、文章読解は読解中に文字を音の情報として理解する音韻表像を生成し、文字理解を助けていると述べている. 音読では音韻表像が必然的に生成されるため、黙読に比べ文章理解に優れているとされている. また、Elgart [12]は、小学校低学年の児童は成人に比べ認知資源が少ないため、文章理解が音声情報に支えられているとしている. このため、小学校低学年の時期は内的な音韻表象を構築する準備段階とされており、この期間に音読をすることは、その後の読書活動の基盤となるものである. 加えて、音読指導では文章を読む際の表現力や読解力を養うために、読み手が聞き手を意識して文章を読むことが重視されている [5][6][7]. また、岡田ら[13]は、小学校 2、4、6 年生を対象に音読に関しての調査を行った. その結果、4 年生が音読の表現の幅が広がる時期とし、小学校低学年の内に聞き手を意識した音読を多く行うことで、さらなる音読のステップアップが狙えると述べている.

上記のように、音読は様々な効果があげられており、幼い頃から音読をした方が良いとされ、小学校の国語の授業においても音読は積極的に取り入れられている。しかし、授業や宿題などは義務的であり、人前で声を出して文章を読むことに抵抗をもつ児童は少なくない。

本研究では、児童の音読に対する、負担を和らげつつ、読解力 や表現力を養うとされる、聞き手を意識した音読を促す、音読学習 支援システムを目指していく.

2.2 動物の心理的効果

児童の精神的不安を軽減し、行動を促すものとして動物との関



| Part | Range of movement | |
|---------|---------------------------------|--|
| Nodding | 15°(Pitch axis) | |
| Ear | 60° (Roll axis) | |
| Neck | 80° (Yaw axis) | |
| Leg | 60° (Yaw axis), 30° (Roll axis) | |
| Tail | 30°(Pitch axis) | |

図3 KINJIRO の構成図と主な可動部の可動範囲

係がある. 児童が動物の世話をすることを通して, 自分の行動に責任を持つようになることが知られている[13][14].

児童たちはよく動物に話しかけるが、Melson[15]によれば、児童たちは自身が発している言葉を「動物たちが本当に自分たちを理解している」と信じ、自分の言葉を聞いてもらっている感覚があると述べている。 横山[25]によれば、動物のように自分の振る舞いに対し、反応を示す相手がいることは「やる気」や「動機」につながるとされている。 また、音読のような反復練習が必要な場合は、人間に対して行う場合より、動物を相手に行う方が精神的負担は少ないとしている。

上記のような, 動物の持つ心理的効果を読書支援に利用した試みとして, R.E.A.D (Reading Education Assistance Dogs)プログラムがある. R.E.A.D プログラムでは, 読書が苦手な児童が犬を相手に安心しながら音読することで, 継続的な読書トレーニングができ, 結果的に読解力の向上につながるとされている[17][18][19].

R.E.A.D では、児童たちは自分の音読を犬に読み聞かせをするとき、自分の音読を犬が聞いてくれていると感じ、自分が先生になったような気持ちを味わい、その結果、セルフ・エスティーム(自尊心)が築かれる。また、犬のようにふわふわしている手触りのものに触れることは、リラックスさせる効果があると考えられている。

このような犬に読み聞かせをしてあげるという行為は、一種の援助(養育)行動と言える. 援助行動促す効果について、Lorenz[20]は、動物の赤ちゃんを見たときにかわいいと感じさせる特徴(Baby cheme)は、養育者から養育行動を引き出すための触発メカニズムであると述べている.

本研究では、上記の動物が児童に与える心理的効果を引き出すために、生物的な外見に加え、聞いてもらっている感覚を与える聞き手性を感じさせる要素を取り入れる.

2.3 ロボットデザイン

2.2 節では、動物の外見と聞き手性について述べた。本稿では、 このような要素をアニマトロニクス(ロボット)に取り入れる。本節では、ロボットの外見や動作によって人の行動を引き出す研究について述べる。ロボットによって人の行動を引き出す研究として、加 納ら[20]は、なにもできないロボット Babyloid を開発している。 高齢者が健康障害を引き起こす原因のひとつとして、退職などにより社会的喪失を感じ、自身の尊厳を失うことが考えられるとしている。 このため、自身の存在価値を見出してもらうために、高齢者にこのロボットの世話をさせることで、意図的な働きかけを促し、ロボットの世話を通して自身の生きがいを感じてもらうとしている。

岡田ら[22][23]は上記のような、あえてロボットの機能を減らすことで、人の行動を引き出す「引き算としてのデザイン」を提唱している。岡田らは、児童たちのアシストを引き出し、ゴミを拾い集めるゴミ箱型ロボット(SociableTrashBox)を開発している。このロボット自身はゴミを収集する機能を持たず、落ちているゴミに近づき周囲の児童にゴミを拾ってもらう事でゴミを拾い集める。移動する際も幼児のようなヨタヨタとした頼りない振る舞いを演出している。こうすることで、児童の援助行動を引き出すことが示されている。

ロボットと人の対話において、渡辺ら[10]は、人の会話中における、うなずき、まばたき、視線、身振り、韻律などの生体情報の重要性を指摘しており、それらを取り入れたロボットを開発している。また、人の会話はうなずきや身振りをはじめとするノンバーバル情報が重要な役割を果たし、この身体情報のリズムを共有し互いに引き込み合うことでコミュニケーションが生まれるとしている。まばたきに関して Ford ら[24]は、人の会話中は安静時に比べ、まばたきの回数が増えるとしている。

山本ら[25]は、上記の渡辺らのシステムを応用した音声駆動するキャラクタ InterAnimal を開発している。ディスプレイ上のキャラクタを介することで、児童に親しみを持ってもらい教師と生徒が円滑なコミュニケーションを楽しみながら学べる対話型学習コンテンツを制作している。

従来研究では、会話や発話中にうなずきなどの身体動作と援助 行動を引き出すデザインをロボットに採用することで、発話や行動 を促している。本研究においても、提案する音読学習を支援する アニマトロニクスを設計するにあたり、児童に関心を持たせ援助行 動を促すデザインと、うなずきなどの聞き手性を感じさせる動作を 取り入れ、児童の音読学習における効果を調べた。

3. KINJIRO の設計概要

本稿の音読支援アニマトロニクス(以下, KINJIRO)は、動物から受けるような心理的効果を取り入れることで、児童が音読をする際に感じる羞恥心や恐怖心を和らげ、聞き手性を感じさせる動作を取り入れることで、児童に聞き手を意識した音読を促すことを目指し製作した。

3.1 KINJIRO のデザイン

KINJIRO は児童の音読を否定せず,楽しそうに聞いてくれるパートナーのような存在を目指した. KINJIRO のデザインは, 2.3 節の先行研究をもとに,図1に示すような架空の生き物とした.これは大や猫などの普段見慣れている動物をモチーフにした場合,ユーザはその動物が持っている能力や,自身との関係性のすべてを期待してしまう恐れがあり,些細なことで違和感を与えてしまうとされているためである[26].また,架空の生き物とすることで「本を読んでもらうのが大好き」「読み聞かせをすると喜ぶ」といった,物語的な要素を児童に受け入れやすくする効果もある.更に,動物の赤

ちゃん様に頭と口は大きく手足は短いデザインにした。これにより、 外見からこの生き物は"何もできない"ことを児童に示し「自分が何かしてあげたい」という感情を創出させる狙いがある。

KINJIRO の表面はフィジカル・コミュニケーションを想定し、特殊メイクに用いられる伸縮性のあるシリコン(Gel-10,Gel-00)で覆われている。これにより柔らかい触り心地と、豊かな表情表現が可能になる。シリコンの皮膚にはファーを植毛し、犬に触れたときのふわふわとした触り心地を実現している(図 2)。また、KINJIRO は児童に"ロボット"ではなく"生き物"としてとらえてもらうため、人工物感を与える部品は全て内部に格納した。また、皮膚のテクスチャや歯茎、舌など見える範囲のパーツはできる限り、生命感を損なわないようにした。

3.2 KINJIRO の基本構成

図3に、本研究で試作した KINJIRO の構成を示す。 KINJIRO は、体長約40[cm]、体高約20[cm]、体重約3.0[kg]、胴体には、4本の脚(各2自由度)があり、頭にはまばたきや耳を動かす RC サーボの他、表情を表現するため、複数の RC サーボが配置されている。 また児童の音読に対し反応を示すため、胴体と頭をつなぐ首には2つの RC サーボが配置されている。 加えて、生命感を表出するために全身に複数のRCサーボが配置されており、合計で、32個RCサーボ(KRS-2542HV ICS ×8、VS-SR401×2、ASV-15-A×22)を使用している。 頭部の各耳にあたる部分にはサウンドセンサ(DFROBOT 製 DFR034)が設置されており、音声信号処理が可能となっている。

3.3 聞き手性の演出

2.2, 2.3 節では、人や動物の身体動作が与える聞き手性の効果とその心理的効果について述べた。これらのことから、児童が音読をする相手に対し「音読を聞いてもらっている」と思えることが児童のやる気や動機につながり、音読学習の負担を減らし学習の継続性を向上させると考えられる。そのため本研究では、KINJIROは児童の読み上げる発話音声に対し、うなずく、まばたきをするなどの反応を示す動作を行う。

KINJIROのうなずき動作には、渡辺ら[10][25]の音声のON-OFF パターンによる、反応モデルを基づいた「うなずき予測モデル」を構築する。渡辺らは会話中の発話の切れ目や"間"に現れる音声レベルの低下をうなずくタイミングとみなしている。文章を読み上げる場合でも、文節などに発話の切目や、発話の"間"に同様の音声レベルの低下がみられる。うなずき予測モデルでは、この音声レベルの低下時をうなずき動作を表出するタイミングとした。うなずき動作を行うかはサウンドセンサの値を二値化し、入力があるか判断する。

図 4 に KINJIRO のシステム図を示す. サウンドセンサからの入力をアンプ(AMP1)(AMP2)で増幅し、ノッチフィルタ(NF1)(NF2)により、蛍光灯ノイズと家庭用電源ノイズをカットする. その後、ローパスフィルタ(LPF)によりノイズカット処理を行った後、二値化処理を行う(COMP). この二値化した値を KINJIRO の動作のトリガーとして使用する. 二値化する前の入力信号を制御ボード (Arduino Nano ATmega328) 内で処理し、シリアル通信により各サーボへの命令をサーボコントローラに送り、動作を行う. COMP で二値化さ

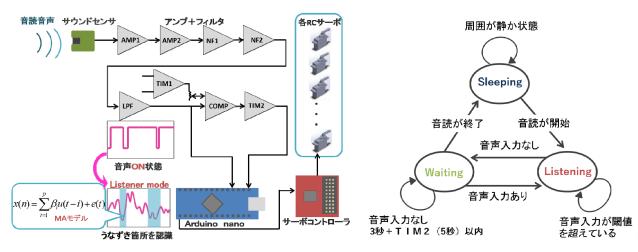


図4 システム図

図5 状態遷移図

れた出力は TIM2 により、COMP の出力が Low の状態になっても約5秒間 High 状態を保持している. サウンドセンサの入力が ONの状態のとき,サウンドセンサからの入力値をMA(Moving-Average)モデル(式1)を用いてうなずき動作を行うタイミングを予測する. MA モデルにより、発話の切れ目を予測し、刻tにおける予測値x(t)が閾値を下回ったとき、うなずき動作(まばたき、耳なども同期)を実行する. 更に、KINJIRO は常に周囲の環境の音をサンプリングしキャリブレーションしている. サウンドセンサの入力の平均値X(t)を求め平均値X(t)の 90%を閾値として更新している.

$$x(t) = \sum_{i=1}^{p} \beta_i u(t-i) + e(t)$$
 (1)

また KINJIRO は、演出として「静かな状態では眠る」「周囲で音がすると目を覚ます」などの生き物らしい動作を行う。そのため、KINJIRO の状態を離散システムとしてモデル化する(図 5)、KINJIRO は、音読がされていない状態(二値化されたサウンドセンサ入力がのffの状態)では Sleeping が選択され、KINJIRO は眠っているようなモーションをする。音読がはじまると(二値化されたサウンドセンサ入力が on の状態)、KINJIRO は目を覚ますモーションを行い、Listening が選択される。Listening では、サウンドセンサの合けを処理し、うなずき予測を行う。Listening 状態では、サウンドセンサの入力がキャリブレーションされた閾値を下回らない限りListening が選択される。音読が終了し、周囲で音が聞こえなくなると(サウンドセンサ入力が off の状態になり、その後タイムアウト)KINJIRO は眠りにつくモーションをし、再度 Sleeping が選択される。

4. 評価実験

2014年5月10と7月25日に、茨城県つくば市の小学校に通う 児童(小学校2~4年生、男女5名)を対象に、試作した KINJIRO の評価実験を行った。実験に使用する KINJIRO は最低限の動作 にとどめ、音読に反応してうなずく動作(首関節ピッチ軸)に加え、 まばたき動作(生き物らしさと聞き手性), 耳の動き(生き物らしさと, 音に対する反応性), 音の大きい方向に頭を向ける(音に対する反応性(首関節ヨー軸))とした.

評価実験では、実際に児童が KINJIRO に対して音読をした場合、児童の音読の読み方や行動、音読に対する楽しさがどのように変化するかを検証した、評価方法として、ビデオ分析とアンケート調査を行った。

4.1 実験手順

実験室にKINJIROを配置し、正面に被験者の児童に座ってもらい音読をしてもらった。本実験に使用する音読用のテキストは、被験者の児童が通っている小学校で普段使用している国語の教科書を使用した。実験に用いる教科書は学年毎に用意した。各被験者の属性と実験に使用した題材を表1に記す。音読は、動くKINJIROにする場合(以下 MK)、ひとりで行う場合(以下 A)の2条件に加えて、ぬいぐるみを対象に音読を行った場合を想定し、動かない KINJIRO の場合(以下 NMK)を加えた、3条件で行った。音読時間はそれぞれ3分間で実施した。また各条件の順番は順不同で行った。実験終了後、被験者の児童に対して音読と KINJIROに対しての印象に関するアンケートを行った。加えて実験の様子を撮影した映像からビデオ分析を行った。

4.2 ビデオ分析

児童に音読をさせ評価する方法としては、ある時間内に正しく読み上げた語数・読みあげ速度をもとに流暢度として評価する方法などがある。しかし、これでは聞き手を意識しているかどうかの評価を行う事は難しい[27][28]。そこで本研究では、KINJIROを評価する上で、会話分析の発話と行動の記述法を取り入れた。これにより、従来の方法では評価が難しい聞き手を意識して読むことで現れる発声や行動の変化を表すことができる。

撮影したビデオデータを用いて、ビデオ分析を行った。ビデオ 分析に用いる映像は、撮影した動画から外的要因が少なく、最も 音読に集中していると考えられる音読開始1分後から1分間を抽出 した。音読用テキスト、音読中の児童の発話情報、児童の動作(目 線、姿勢)、KINJIRO の動作を同時系列上に記述して対応関係を 調べる(表 2, 3)。発話分析には ELAN(会話分析ツール)[29]を使

表1 被験者の属性と題材

| 被験者属性 | 内容 |
|--------------|-----------------|
| 被験者1 | ヤドカリとイソギンチャク |
| (小4, 男子) | (新しい国語四 上,東京書籍) |
| 被験者 2 | こわれた千の楽器 |
| (小 4 ,女子) | (新しい国語四 上,東京書籍) |
| 被験者3 | こわれた千の楽器 |
| (小4,女子) | (新しい国語四 上,東京書籍) |
| 被 験者4 | ゆうすげ村の小さな楽器 |
| (小3,女子) | (新しい国語三 上,東京書籍) |
| 被験者 5 | お手紙 |
| (小2,女子) | (新しい国語二 上,東京書籍) |

用し、記述は観測者がビデオと音声波形から読み取り、書き起こした. 今回、用いた分析方法は、4.2.1 と4.2.2 項で述べる記号を用いた記述手法である.

4.2.1 音読行動の記述

本項では、被験者が読み上げた文章と、ユーザの音読行動、音声特徴を時間の流れに沿って階層的に対応づけた記述法について述べる。表2に児童の音読行動を記述する際に用いた記号、表3に KINJIRO の挙動を記述する際に用いた記号をそれぞれ示す。本手法は、音読行動をコミュニケーションととらえ[30]、会話分析に用いられる記述法を用いて[31][32]、音読の特徴要素の時間位置と、長さ、時間論理関係(前後関係、並列・同期関係など)を記述する。これにより、今までの音読の評価方法では把握しづらかった「本を持ちながら読んでいる」、「KINJIRO を見ながら読んでいる」などの時間論理関係も把握することが容易になるため、様々な分析を行う際の基礎表現として利用することができる。また、「右手で顔を触る」などの単純化できないものは、動作の説明文で記述する。

4.2.2 音読の発話特徴の記述

本稿では、会話分析で発話の記述に用いられる記号をもとに、 音読の発話状態の記述に応用する.

今回, 記述する発話特徴と記述に用いる記号を表 4 に示す. これらの記号を ELAN を用いて各映像に記述する.

4.3 アンケート調査

すべての条件の実験を行った後、音読に対する印象と KINJIRO(MK)に対する被験者の印象評価のために、被験者に対 しアンケート調査を行った。アンケートは、質問パネルを用意し、イン タビュー形式で行った(表 5).

Q1~5 は KINJIRO(MK)に対しての印象と音読中に KINJIRO (MK)を意識していたかを調べるために行った.

各項目は $Q1\sim3$, Q5 は, 5 段階で評価をした(5. とてもそうおも 6 4. そうおも6 3. どちらでもない 6 2. そうおもわない 6 1. ぜんぜんそうおもわない).

Q4 は自由印象.

Q6 は, 5 段階で評価をした(5. 毎日 4. 毎日ではないがほぼ 毎日 3. ときどき 2. ほとんどしない 1. 全くしない).

Q6 は普段の読書をする頻度を調べるために行った.

Q7~8 は 5 段階で評価した(5. とてもすき 4. どちらかといえ

表 2 音読行動の記述記号

| ラベル | 内容 |
|------------------------|-----------------|
| 基本動作 B BP | 本を見る 本を指でなぞる |
| VR | ロボットを見る |

表 3 KINJIRO の動作記述記号

| ラベル | 内容 |
|-------|-------------|
| Nod | うなずき |
| Ear | 耳を動かす |
| Blink | まばたき |
| TF | 音の大きい方に振り向く |

表 4 発音状態の記述記号.

| 内容 | 記号と説明 |
|------------|--|
| 密着 | 2 つの発話文が途切れなく、密着している部分: (=) |
| 聞き取り困難 | 聞き取り困難な部分は:() |
| 沈黙・問合い・途切れ | 音声が途絶える状態は、0.2 秒ごと:() 0.2 秒以下の場合は:(.) 言葉が不自然な箇所で途切れた箇所:(一) (途切れている状態の時間を合わせて表記) |
| 音声の引き伸ばし | 直前の音声が引き伸ばされている箇所:(::) |
| 声の大きさ | 声が大きい箇所:() 下線 |
| イントネーション | 語尾の音が上がっている箇所:(?) 語尾の音が下がり区切りがついた箇所:(.), 極端な上がり:(↑), 極端な下がり:(↓) |

表 5 アンケート内容

内容

- Q1: KINJIRO (MK) は音読を聞いてくれていたと思いますか?
- Q2: KINJIRO (MK) は本の読み方で様子が変わったと思いますか?
- Q3: KINJIRO (MK) にまた本を読んであげたいと思いますか?
- Q4: KINJIRO (MK) は本を読んでもらっていとき、どんな感じでしたか?
- Q5: KINJIRO (MK) に本を読んであげることは楽しいですか?
- Q6:普段は音読をしますか?
- 07:音読は好きですか?
- Q8: KINJIRO に本を読んでみて、音読は好きになりましたか?
- Q9: どの音読が楽しかったですか?

ばすき 3. どちらでもない 2. どちらかといえばきらい 1. とてもきらい).

Q7 は普段の音読に対して、好きのレベル分けを行うために行った.

Q8 は KINJIRO(MK) に行う音読と、普段の音読対しての好きのレベルの変化を調べるために行った。

Q9 は 3 択で評価し(動く KINJIRO のとき 動かない KINJIRO のとき ひとりでよむとき)実験参加した児童が回答した.回答の方法は、被験者が質問パネルを指で指す形で行った.

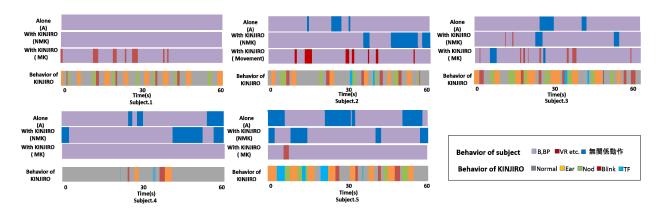


図6被験者の音読行動記述結果

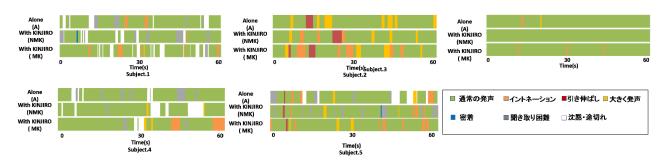


図7被験者の発話状態記述結果

5. 実験結果

5.1 ビデオ分析結果

4.2.1 項と4.2.2 項で述べた方法で記述を行った結果をまとめたものを示す。図6と図7にそれぞれ各被験者の1分間の音読中に含まれた音読行動と発話状態を表計算ソフトを用いて算出し、各条件別・時系列順に可視化した。また、図6には各被験者がMKに対して音読を行ったときの KINJIRO の動作を可視化したグラフを示している。表2に示した記号は、図6中では、B・BP は紫色、VR 赤色で表現され、「右手をぶらつかせる」などの音読に関係のない箇所「無関係動作」は青色で示されている。表3で示した記号は図6中(各被験者のグラフの下)では、Nod は緑色、Ear は橙色、Blinkは赤色、TF は水色で表現され、それ以外は灰色で示している。また表4で示した項目を図7中の表記では、密着は青色、聞き取り困難は灰色、沈黙・間合い・途切れは白色、音声の引き伸ばしは赤色、声の大きさは黄色、イントネーションは橙色でそれぞれ表現され、それ以外は緑色で示している。

全体の傾向を見るためにビデオ分析の結果から、被験者毎に音読時に関係のない動作を行っている時間(「無関係動作」)、音読時にイントネーションや声の強弱などの表現を行われていた時間(「表現力」)、音読中の聞き取り困難な部分の時間(「聞き取り困難」)の合計を求めた。各条件においてスコアの平均と標準誤差の一覧を図8に示す。

棒グラフの長さは平均値を, エラーバーの長さは標準誤差を示す. 加えて, 条件違いにおける音読状態への影響を分析するため

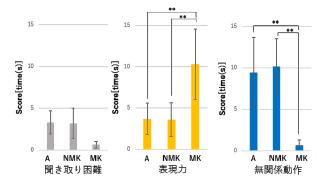


図 8 被験者の音読状態の変化 (**はp<.01 を示す)

に、分散分析を行った。その結果、「表現力」と「無関係動作」において有意差がみられた。

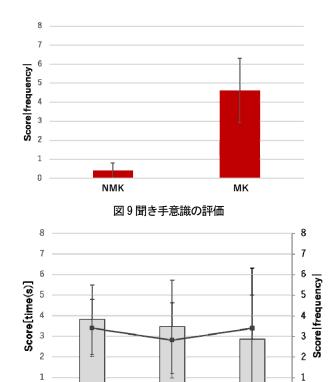
「表現力」では、F(2,12)=3.885、p<05 で有意な主効果がみられ、 Tukeyの HSD 法による多重比較を行った結果、AとMK、NMKと MK の各群間においても大きな有意差(p<01)がみられた.

「無関係動作」においても、F(2,12)=4.256、p<.05で有意な主効果があり、TukeyのHSD法による多重比較を行った結果、AとMK、NMKと MK の各群間においても大きな有意差(p<.01)がみられた。

「聞き取り困難」において、分散分析では、有意な主効果は見られなかったが、全体の平均値は MKの場合、AやNMKに比べ低くなる傾向がみられた...

0

MK



NMK 図 10 音読の流暢さの変化

5.1.1 KINJIRO に対する聞き手としての意識

Α

被験者が KINJIRO を聞き手として意識し音読を行っているか調査するため、聞き手としての対象が存在する、NMK と MK の場合について、音読中に KINJIRO に目線を向けた(VR)回数を、ビデオ分析の結果から求めた。条件毎の結果を図9に示す。

棒グラフの長さは、目線を向けた回数の平均、エラーバーは標準誤差を示す.NMK ではほとんどの被験者が KINJIRO に目線向けることなく、音読を行っている.一方、MK では、KINJIRO に目線を向ける回数が全体的に増加している.

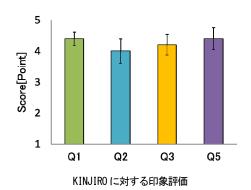
5.1.2 音読の流暢さ

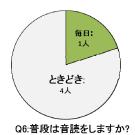
n

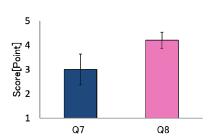
音読の流暢さの指標として、音読中の含まれるポーズ(沈黙・間合い・途切れ)の数と時間が用いられており[28]、音読中に含まれるポーズの回数とポーズの総時間が少ない方が流暢さが高いとされる.

条件の違いにおける音読の流暢さを比較のため、各条件での被験者の音読中に含まれるポーズ数とその総時間の平均をビデオ分析の結果から算出した。条件毎の結果を図10に示す。

棒グラフの長さは、ポーズ時間の平均を、折れ線の高さはポーズ回数の平均を示し、エラーバーは標準誤差を示す。全体のポーズの時間の平均は MK の場合、A や NMK に比べ減少している。ポーズの数は、NMK が一番低く、A と MK が同じ値であるが、MK の場合、標準誤差が大きい結果となった。







普段の音読と KINJIRO に対する音読の評価



図 11 アンケート結果

5.2 アンケート結果

各アンケートの結果と、評価平均と標準偏差の結果を表したグラフを図11に示す。Q1~5の KINJIRO に対しての印象に関する質問には、全体的にポジティブな結果が得られた。Q6の「普段音読はしますか?」という質問には、「毎日」と答える児童は1名のみで、「ときどき」と答えた児童が多かった。Q7の「音読は好きですか?」という質問には、「どちらでもない」、「きらい」と答える被験者が多かったのに対し、Q8の「KINJIROに読んでみて、音読は好きになりましたか?」という質問に対しては、「好き」と答える被験者が見られるようになった。Q9の「どの音読が楽しかったですか?」という質問に対しても、MKの場合での音読が楽しいと答える児童が多かった。自由印象の結果では、「本を持って読んであげると興味をもっていた」「耳を動かしたり、足をばたつかせて喜んでいた」など、

音読に対する KINJIRO の反応についての回答が得られた.

6. 考察

評価実験では、被験者の音読に疑似的な聞き手性演出する KINJIRO の場合(MK), ひとりで音読を行う場合(A), ぬいぐるみに対し音読を行うことを想定した場合(NMK)の比較を行った. その結果、MK はAとNMK に比べて被験者の音読を行う際の「表現力」と「無関係動作」の平均値に有意な差がみられた. また、「聞き取り困難」においても、MK は他の2条件に比べて有意ではないが平均値が低くなる傾向がみられた. したがって、MK に音読を行った場合、被験者が音読をする際の声が大きくなり、表現力が向上し、音読に無関係な動作をしなくなり、集中して音読に取り組むことが確認できた.

アンケート調査の結果、KINJIRO に対してポジティブな印象が得られ、普段の音読に比べ、KINJIRO に対して行う音読の方が好きのレベルが高いことがわかった。Q6の音読の頻度に関する質問では、「毎日」と答える児童は少なく、ほとんどの児童が「ときどき」と答えている。Q3の「KINJIRO にまた本を読んであげたいと思いますか?」、Q5の「KINJIRO に本を読んであげることは楽しいですか?」という質問に対しては、「とてもそうおもう」「そうおもう」と答える被験者が多くみられた。このことから、KINJIRO に対し音読をすることで、楽しみながら音読をすることができれば、児童の音読の頻度を上げることも期待できる。

MKでは、多くの被験者が音読中にKINJIROに目線を向けている。このことから、被験者は MK の場合、KINJIRO を意識しながら音読を行っていると考えられる。実験後のアンケートでも、Q2 の「KINJIRO は本の読み方で様子が変わったと思いますか?」という質問に「とてもそうおもう」「そうおもう」と答える被験者がみられ、自由印象では、MK に対し、「本を読んであげると興味を持っていた」「耳を動かしたり、足をばたつかせて喜んでいた」などの回答が得られた。このことから、被験者はKINJIROを聞き手として意識して、反応を見ながら音読を行っていたと考えられる。

一方、同じ KINJIRO であったとしても、音読に反応を示さない NMK では、被験者は関心を示さず、むしろ A のときよりも、無関係動作が増え、表現力が低下している。自由印象においても、NMK に対し「動かないし、声も出ないし、つまらない」という回答が得らえている。ロボットのモチーフに動物を用いた場合、ユーザはその動物が持っている能力や、自身との関係性を期待してしまうため、少しでも期待から外れるとユーザの「がっかり感」に繋がってしまう[26] . KINJIRO は動物の心理効果を取り入れるため生命的な見た目をしている。ことため、被験者はKINJIRO に動物的な動作を期待してしまったのではないかと考えられる。そのため、NMK のように反応を示さない状態では、被験者は対象への興味を失い、聞き手として意識しないと考えられる。これらのことから、児童の音読に反応を示す MK を用いることで、児童に自身の音読を聞いてもらっている感覚を与え、聞き手性を感じさせることがわかった。

音読の流暢さの評価において、MK のとき、音読中のポーズ数が増加し、流暢さが低下している。これは、MK に聞き手性を感じたことにより、被験者の音読の読み方が変化し、生じたものと考える。



図12 展示会の様子

特に被験者 1 は MK の場合, 音読中のポーズ数が増加し(1 分間に 15 回)音読の流暢さが低下している. この被験者は、ポーズが確認された付近で KINJIRO に対し目線を向け、置いていた本を持ち上げて読むなど、他の 2 条件では見られない読み方をしてる. KINJIRO の方に目線を向けながら発話する際には、文章を目で追えないため、一度、文章を覚えてから発話する必要があると考える. この作業が行われたため、他の条件に比べポーズが増加し、流暢さが低下したと考えられる. 音読時に文章を覚える作業はリーディングスパンと呼ばれ、読解能力と強い相関があると考えられている [33][34]. この被験者は、KINJIRO に聞き手性を感じ、KINJIRO の反応を確かめつつ音読を行ったことにより、結果的にリーディングスパンを使う音読が誘発されたと考える.

このように、被験者によって音読の読み方は異なる.この異なる 特徴に適切に反応させることが今後の KINJIRO 課題である.

7. 展示環境での観察

「KINJIRO」は 2014 年 11 月 8,9 日の 2 日間,金沢市で開催された「ディスカバリーラボ ISHIKAWA2014」において一般展示し,100 名以上の児童に体験してもらった.その様子を図 12 に示す.

来場した児童の多くは、こちらが特に説明をしなくても KINJIRO に興味を示し、KINJIRO が音読を聞いてくれるとがわかると自主的 に音読を始め、KINJIRO の反応を楽しんでいた。また、KINJIRO は一対一の体験を想定していたが、兄弟や姉妹がいる児童は数人で体験する様子も見られた。ある児童は、KINJIROを自分の傍まで連れて行き、KINJIRO を撫でながら長時間にわたり音読をしていた。また、親が子供に「○○ちゃん、この子が(KINJIRO)音読すると聞いてくれるんだって」と伝え、親子で体験する様子も見られた。まだ小学校にあがっていない児童などは、読めない漢字を親に聞きながら、一緒に音読をする様子も見られた。加えて、体験した多くの方に KINJIRO の批評して頂いた。特に児童の親からは、「音読を聞いてあげられないことが多いので、この子(KINJIRO)が聞いてくれるのは良い」「音読はさせたいが、なかなかやらないので、こういったものがあると助かる」といった、好意的なコメントを頂いた。

一般展示では、学校の授業や評価実験など、音読をしなくてはいけない状況ではないが、児童が KINJIRO に対し積極的に音読をする様子が見られた。このことから、KINJIRO が児童の音読に対しての負担を減らし、楽しいものにする可能性がある。

また、小学校などでまだ音読の指導を受けていない児童が、兄弟や親と一緒に体験を楽しむ様子も観察された. KINJIRO を用いることで、KINJIROを媒介にし、親子や兄弟と一緒に音読学習を行うことも可能になるのではないかと考える.

8. おわりに

本稿では、児童が楽しく音読ができ、加えて、児童の聞き手を意識した音読を促す事を目的とした、音読支援アニマトロニクス「KINJIRO」を提案した。人の対話中の身体動作と動物の持つ心理的効果に着目し、生命的で児童に関心を持たせるデザインと、うなずきなどの聞き手性を感じさせる動作を実装し、評価実験と一般展示においてその効果を検証した。ビデオ分析を行った結果、KINJIROに対して音読を行った場合、KINJIROを聞き手として意識しながら文章を読む様子がみられ、児童の声の大きさや表現が増加し、音読に対する集中度が向上することを確認した。アンケート調査では、KINJIROに音読を行った場合、普段の音読に比べ、音読の楽しさが向上することが確認できた。

一般展示では、KINJIRO が音読を聞いてくれると知った児童が KINJIRO に対し、積極的に音読を行う様子が見られた。このことか ら、KINJIRO が児童の音読学習への有用性があると考える。

本手法は、児童が KINJIRO に対し音読をすることで、人に聞かれる際に感じる、恐怖心や羞恥心を感じずに「聞き手」を意識した音読が可能であり、楽しく音読学習が続けられ児童の読解力やコミュニケーション能力を養う手助けができると考える.

今後は、より被験者を増やし効果を検証するとともに、数ヶ月程度の継続的な評価実験を行うことにより、各児童における音読スキルの向上や、読書習慣の形成に KINJIRO がどのように役立つかを検証していくことが課題としてあげられる.

現在, 茨城県つくば市との連携を進めており, 今後, 児童館・図書館などに設置してフィールド調査を視野に入れている.

参考文献

- [1] 髙橋麻衣子:人はなぜ音読をするのか: 読み能力の発達における音読の役割, 教育心理学研究, Vol.61,No.1, pp. 95-111(2013).
- [2] 文部科学省:小学校学習指導要領解説,株式会社東洋出版社 (2013)
- [3] 寺井正憲:語りに学ぶコミュニケーション教育伝えるカー分かち合うための知恵を伸ばす一, 実践国語研究, 明治図書出版 (2004).
- [4] 佐々木形子:「話す力・聞く力」を一年間でどのように育てるか低学年/確かなコミュニケーション能力を育てる、実践国語研究、明治図書出版(2007).
- [5] 村松賢一:提言・読解力と表現力の関連性を考える伝える音読で主体的読み手を育てる、国語教育、明治図書出版(2008).
- [6] 中野晴美:小学校の実践授業の展開高学年/「話し手」の中に 「聞き手」を存在させる!,実践国語研究,明治図書出版(2010).
- [7] 藤本好男:「音読・朗読」の力をつけるための指導のコツ聞き手の反応が子供の音読力を高める、国語教育、明

治図書出版(2004).

- [8] 草村久美子: 音読の下手な子への助言音読の機会を増やして自信をつける, 国語教育, 明治図書出版(2007).
- [9] 高橋重樹: 音読の下手な子への助言声を出す楽しさが生まれる音読活動を, 国語教育, 明治図書出版(2007).
- [10] 渡辺 富夫, 発話音声に基づく身体的インタラクションロボットシステム. 日本機械学會論文集, C編, Vol.66,No.648, pp.2721-2728(2000).
- [11] 高橋麻衣子, 田中章浩: 黙読と音読での読解過程における認知 資源と音韻表象の役割. 認知科学, Vol.18, No4, pp.595-603(2011).
- [12] Elgart, D. B: Oral reading, silent reading, and listening comprehension: A comparative study. Journal of Reading Behavior, Vol.10, pp.203–207(1978).
- [13] 岡田清:小学生はどのように音読しようとしているか―詩における児童の音読意識、山梨大学国語、国文と国語教育、Vol.13,pp.1-9(2006).
- [14] 柴田裕子, 大塚敦子:子どもの共感力を育む 動物との絆をめぐる実践教育,岩波ブックレット, No.777,(2010).
- [15] Melson, G.F. Why the wild things are. Cambridge, MA: Harvard University Press(2001).
- [16] 横山章光:アニマルセラピーとは何か,NHK ブックス(1996)
- [17] Shaw, Donita Massengill.: Man's Best Friend as a Reading Facilitator. The Reading Teacher (publication of the International Reading Association), Vol. 66, No.5, pp. 365-371(2013).
- [18] Mary Ranck Jalongo: "WHAT ARE ALL THESE DOGS DOING AT SCHOOL?" Using Therapy Dogs To Promote Children's Reading Practice, Childhood Education Vol. 81, No. 3(2005).
- [19] Friesen, L.. Animal-assisted literacy learning as carnival: A Bakhtinian analysis. The International Journal of Learning, Vol.18,No.3,pp.305-324 (2012).
- [20] Lorenz, K. Die angeborenen Formen möglicher Erfahrung, Zeitschrift für Tierpsychologie, Vol. 5, pp. 235-409 (1943).
- [21] 加納 政芳: なにもできないロボット Babyloid の開発, 日本ロボット学会誌, Vol.29,No.3,pp. 298-305(2011).
- [22] 三宅 泰亮: Sociable Trash Box: 子どもたちはゴミ箱ロボットとどのように関わるのかフィールドにおける調査結果とその考察, 人工知能学会論文誌 Vol.28 No.2, pp.197-209 (2013).
- [23] 岡田 美智男:弱いロボット. 医学書院(2012).
- [24] Ford, C. C., G. Bugmann, and P. Culverhouse.: "Modeling the human blink: A computational model for use within human–robot interaction." *International Journal of Humanoid Robotics* Vol.10,No.1(2013).
- [25] 山本倫也; 渡辺富夫: 教師と生徒の InterActor を一人二役で演じるエデュテインメントシステムの開発. 情報処理学会論文誌, Vol.54,No.4,pp.1677-1685(2013).
- [26] 園山 隆輔:ロボットデザイン概論, 毎日コミュニケーションズ (2007).

[27] 宮迫靖靜, 高塚成信: 英語読解力の指標としての音読の流暢 さ及び音読速度, 日本教科教育学会誌, Vol.28,No.3,pp.63-71(2005).

[28] 藤森千尋:スピーチプロダクションの測定方法: 正確さ, 流暢さ, 複雑さ. 関東甲信越英語教育学会研究紀要, Vol.18,pp. 41-52(2004).

[29] ELAN による動画解析の手順

http://shower.human.waseda.ac.jp/~mkouki/pukiwiki_public/16.html [30] 村松賢一:提言・「音読・朗読」の力を国語教室に生かす音読をコミュニケーションととらえてこそ,国語教育,明治図書出版 (2004).

[31] YAMAZAKI, Keiichi, et al.: Revealing Gauguin: engaging visitors in robot guide's explanation in an art museum. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, pp. 1437-1446(2009).

[32] 西阪仰: 相互行為分析という視点: 文化と心の社会学的記述, 金子書房(1997).

[33] 森下正修, 近藤洋史, 蘆田佳世, 大塚結喜, 苧坂直行: 読解力に対するワーキングメモリ課題の予測カーリーディングスパンテストによる検討, 心理学研究, Vol.77, No.6, pp.495-503 (2007).

[34] 中村真理:聴覚障害児の文章読解力 (3):リーディングスパンとの関係, 研究紀要, Vol.7,pp. 91-98(2000).

中臺 久和巨



2012年東京工科大学大学院バイオ・情報・メディア研究科博士前期課程修了,同年より筑波大学大学院システム情報工学研究科博士後期課程に在籍しつつ,筑波大学芸術学系で特任研究員として,アニマトロニクスの研究に従事.修士(工学)

李昇姫



1999 年筑波大学大学院芸術学研究科博士課程修了.博士(デザイン学).同年,オランダデルフト工科大学デザイン工学部主任研究員.2000 年筑波大学芸術学系講師.2001 年より, 筑波大学大学院人間総合科学研究科感性認知脳科学専攻講師.2007 年同専攻准教授として現在に至る.

北島宗雄



奈良先端科学技術大学院大学

1978 年東工大・理・物理卒,1980 同大学院修士課程了,同年通産省工業技術院製品科学研究所.以来,HCI における認知モデリング,日常生活における認知行動選択過程のモデル化の研究に従事.産総研サービス工学研究センターを経て,

現在, 長岡技術科学大学工学部教授. 工博.

星野准一



筑波大学筑波大学システム情報系准教 授. エンタテインメントコンピューティン グの研究に従事. 博士 (情報科学), 博士 (デ ザイン学)