

児童とのふれ合いを日記に書く パーソナルロボットの視聴覚協調システムの構築

東風上 奏絵^{†1} 垣内 洋平^{†2} 岡田 慧^{†2} 稲葉 雅幸^{†2}

本論文では、事前に行った地域の文化祭での実験評価の結果をふまえて、二台のロボットと児童一人ひとりのやり取りを行い、最後に二台のロボットが、ふれ合いの思い出を日記に書いて複数の子どもたちと共有するシステムの構築について述べる。構築したシステムは、ふれ合いを通して子どもの自尊心にどのような変化が現れるかを評価するために用いる。人間関係を含む複雑な状況に囲まれて生きる児童期の子どもたちが、ロボットとのふれ合いを通して自身の存在を受け止めてもらうことで自信を少しでもつけること、ロボットとの関わりが他の子と話すきっかけになることを目指す。

The Development of Vision-Audition Cooperation System on Personal Robot Which Enables Robot to Write a Diary About Interaction with Children

KANAE KOCHIGAMI^{†1} YOUHEI KAKIUCHI^{†2} KEI OKADA^{†2}
MASAYUKI INABA^{†2}

We describe the development of the system which enables robots to write a diary about interaction with a child and share their memories with other children through each child's interaction. This system is based on the previous experiment which was conducted at the local cultural festival. This system is used to measure change of children's self-esteem through interaction between children and robots. The final goal of our study is to give schoolchildren, who are in a complex human relationship situation, confidence and a chance to talk to other children by interacting with robot.

1. はじめに

将来ロボット技術の発達により、ロボットと人間が共に暮らす未来が訪れることは必須のことである。人がロボットと一緒に生活する際に、忘れてはいけないのは関係性の構築だ。特に、他者との関わりを通して成長をしていく子どもとロボットの関係性をどのように作っていくかについて考えるのはとても大切なことである。逆に、子どもとロボットの関わり方について考え、関係性をつくるための機能をロボットに組み込むことは、私達の生活にロボットが入っていく潤滑剤になるであろう。

本研究では、学校という社会の中で複雑な人間関係におかれる児童期の子どもたちに焦点を当てている。著者らは児童とロボットがふれ合うことで児童に自信を与えることができるような機能について、

1. 身体を通したやり取り
2. 子どものことを覚えるという記憶を介したやり取り
3. ロボットが子どもに頼み事をして助けてもらうような

やり取り

を行うことを目指すもの3つを提案する。以前行った地域の文化祭での児童とロボットのふれ合い体験の結果、ロボットが上記の3つのやり取りを可能にする機能を持つことによって、ふれ合いを通して子どもの自尊心が高まるのではないかという仮説を立てた。この仮説を検証するために、今回は1, 2, 3のやり取りを含んだシステム実装を行った。まず子どもたちは2台のロボットと1対1で1, 3に関するやり取りを行う。最後に、2台のロボットがそれぞれ覚えた子どもたちの情報を集めて1つの日記を書くことで、2に対応する、子どものことを覚える機能を強化する。今後、実装システムを用いて、実際に児童がロボットとふれ合い、複数のロボットが遊んだ体験を日記に残すことで、児童たちの自尊心にどのような変化が生じるのかを評価していく予定である。

2. 関連研究

2.1 児童期の子どもを取り巻く状況

人間の成長は乳児期、幼児期、児童期、青年期、成人期、老年期の6段階に分けることができる。児童期はこのうち3つ目に定義されており、小学校に通う子どもが分類される[1]。児童期の子どもを取り巻く状況は複雑なものである。その要因として、主に親の態度の変化、自尊心の評価

^{†1} 東京大学 工学部 機械情報工学科
Tokyo University

^{†2} 東京大学大学院 情報理工学系研究科
Tokyo University

基準，児童の社会性があげられる．幼稚園から小学校に移り，学びの内容が遊びから教科の学習に変わること，親は子どもに対し期待を抱き，今まで出来ていたことにも不満が生じるようになる[2]．幼児期とは異なり，親は児童が自立することを期待するようになる．また，児童は自身の肯定ではなく，他者からの評価によって自尊心を向上させる[3]．子どもの自尊心の向上の意味で，児童期に他者とふれ合うことは重要であるが，児童たちは気の合う仲間たちと固定のグループを形成する[4]．学校で孤立してしまう子どもが他のグループに所属するのは難しい．

2.2 人間とロボットのふれ合いに関する研究

子どもとロボットのふれ合いに関する研究は，従来多くのもが行われてきた．ここでは，著者らが提案している機能3つに基づき，先行研究について述べる．

(1) 身体を通したやり取りに関する研究

田中ら[5]の研究では，子どもがパソコンを使って，遠隔で英語をネイティブの先生から習う際に，テレプレゼンスロボットを通して物をつかむなどの身体を通したやり取りを行なう方が，子どもは固まらず授業が活性化するという結論を導いている．また小嶋ら[6]の研究では，Keepon という小型ロボットにアイコンタクトと共同注意の機能を持たせ，乳児・幼児とふれ合わせる実験を行っている．初めは恐る恐るであった子どもたちが次第に安心してロボットとふれ合いを行う様子，一人の子のロボットとのふれ合いの結果が他の子どもにも拡散する様子が観察されている．

(2) 記憶を通したやり取りに関する研究

稲呂ら[7]は人との対話を通し，経験を統計的に表現したものを記憶として蓄えていくことで学習を行い，ロボットが後天的に環境と行動に関する知識を獲得するシステムを構築した．神田ら[8]は小学校に Robovie という対話型ロボットを連れていき，児童と2か月間ふれ合わせた．子どもたちは，ロボットが子どもたち自身の名前を呼ぶことに興味を持ったと述べられている．

(3) ロボットが子どもを頼るようなやり取り

田中ら[9]は，Care-Receiving Robot という考え方を提唱した．子どもがロボットに教えてあげながら学習するという考え方にに基づき，子どもの英会話教室で，先生が子どもに教えた英単語を，今度は子どもがロボットに教えることでより覚えられるようになったという実験結果を得ている．また，田中ら[10]は保育所に QRIO というロボットを連れていき，5か月間ほどふれ合わせた実験で，次第に幼児がロボットの世話をするようになったと述べている．

2.3 子どもの自尊心の変化に関する研究

叶内ら[11]は，家庭科の授業の一部である幼児と中学生のふれ合い体験において，自尊心の低かった中学生の自尊心が向上すると述べている．

(1) で示したように，子どもとロボットの身体を通したやり取りの有効性は多く研究されている．また，(2) の

ように児童のこと(好きな物など)を覚えてあげること，小学校において孤立している子どものことを少しでも受け止めてあげることが可能であると期待する．そして，ロボットが子どもたちみんなに向けて覚えた一人ひとりのことを話すことで，子どもたち同士が話すきっかけが生じるかもしれない．さらに，(3) で記した幼児の面倒を見た中学生のふれ合い体験と同様に，児童がロボットの世話を焼くことで，自身の自尊心が向上するのではないかと考える．

3. 地域の文化祭での実験

著者らはまず，子どもの多く集まる地域の文化祭において実験を行った．小型ヒューマノイドの NAO を用い，文化祭の企画の一環として全部で24人(児童期18人(内男の子が11人，女の子が7人，1人は2回体験した))の子どもたちにロボットとふれ合ってもらった．NAO の写真とふれ合いの流れを図1に示す．



図1 使用ロボットと地域の文化祭でのふれ合いの流れ

まず NAO が「なでて」とお願いする．NAO が満足したら，子どもの名前と好きな物を聞く．子どもは一文字ずつ図2のようなカルタを見せて NAO に伝えていく．



図2 カルタの見せ方

最後に NAO は写真を撮り，子どもとの出会いを日記に書く．書いた日記はパソコン上に表示される．ここで，NAO をなでる際に起きた出来事について記しておきたい．実装段階では，NAO が「なでて」と言った時に，NAO を叩いたり，無視したり，所謂いじわるをする子が出てくると予

想していた。そのため、決まった時間内に NAO をなでた回数が多いと怒り、一回もなでてもらえないといじける機能を実装した。しかし、実際はいじわるをする子は一人もおらず、みんなが熱心に NAO のことをなでるか恐る恐るなでた。その結果として、いじわるをしている訳ではないのに NAO が怒ったり、いじけたりする様子が多く見られた。NAO が満足するようになでるまで質問が始まらないため、NAO になで方を不満に思われた子どもたちは何度も NAO をなでなくてはならなかった。この予想外の結果は後の評価と本提案システムの実装に関連していく。会場の配置図について図 3 に示す。

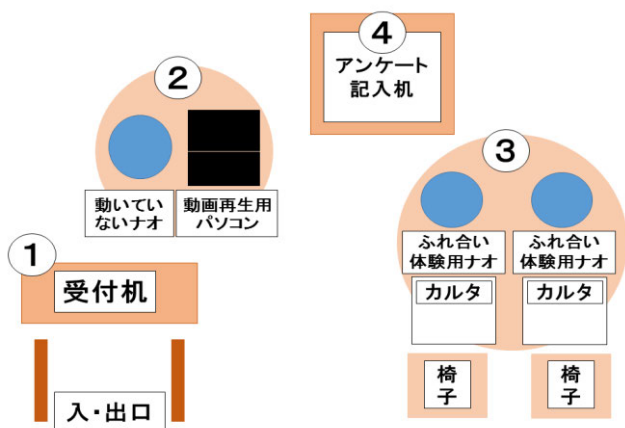


図3 会場の配置図

子どもたちはまず受付をすませ一枚のアンケートを受け取る。一つ目のテーブルに移動すると、電源の入っていない NAO が座っている。また、NAO の横では様々なロボットの紹介動画を流した。動画の内容は、災害救助ロボットの歩行、日常生活支援ロボットのおつかい、生体模倣ロボットのジャンプ行動に関するものであった。

最初のアンケートで、ふれ合い前の NAO の印象、どんな見た目のロボットと友達になりたいか、ロボットと友達になってどんなことがしたいか、という質問に回答してもらった。全て自由記述形式にした。次のテーブルに移動すると、ふれ合い体験が始まる。2 台の NAO の周りにはパソコン操作者 2 名、ふれ合いの際の補助兼ビデオ撮影者 2 名がいた。ビデオ撮影には、子どもの緊張を考慮して小さなカメラである GoPro を用いた。写真撮影、動画撮影については保護者と子どもたちの同意を得た場合のみ行った。操作者と撮影者は子どもが困っているときに補助を行った。補助は、主になでる時、カルタを見せる時に行われた。子どもたちは上記の内容のふれ合い体験を行った後、二枚目のアンケートを受け取る。なでた後の質問に答える場面では、まず名前を、次に好きな物を答えた。アンケートの内容は、ふれ合い体験に関するものであった。誘導役の地域の文化祭委員の方の指示に従いつつ、アンケートは 3 つ目の机で自由に書くことができた。

ロボットは基本的に自律で動き、バンパーを押されること

で子どもとの対話を開始する。カルタの認識がどうしてもうまくいかない場合だけ、操作者の判断に基づき手動で文字データを送った。システムの構成図を図 4 に示す。

システムは NAO の行動を生成する部分、どの文字のカルタが見せられているか認識する部分、日記を書いてパソコン上に表示する部分に分けられる。

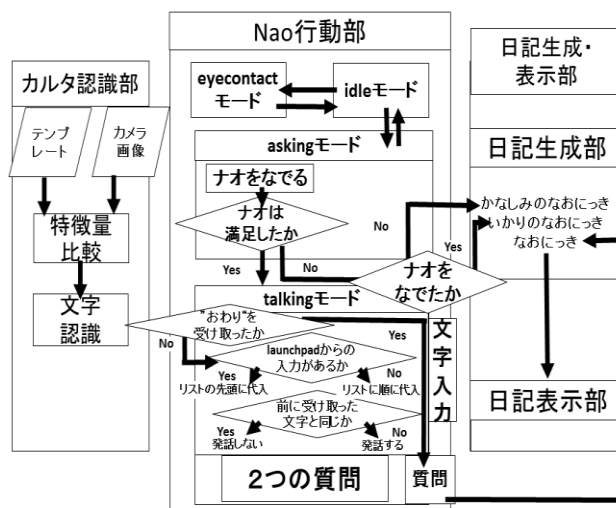


図4 システム構成図

この実験を通して、評価したのは主に 4 点である。

1. 初対面のロボットに対する態度
2. ロボットが世話を焼かせることによる子どもの反応
3. 子どもがロボットに自分のことを伝える態度
4. 子どもがロボットに自分のことを覚えてもらった時の反応

実験の評価は、ふれ合いの様子を撮影したビデオ映像と子どもたちに書いてもらったアンケートを用いた。

簡潔に述べると、1, 3, 4 については次のような結果が出た。子どもたちは初対面のロボットに好意的に接し、自分のことはこだわりを持ってしっかり伝えた。そして、日記を書いてもらうことにほとんどの子が喜びを感じた。

図 5, 6, 7 にアンケートとビデオ評価から得た結果を示す。

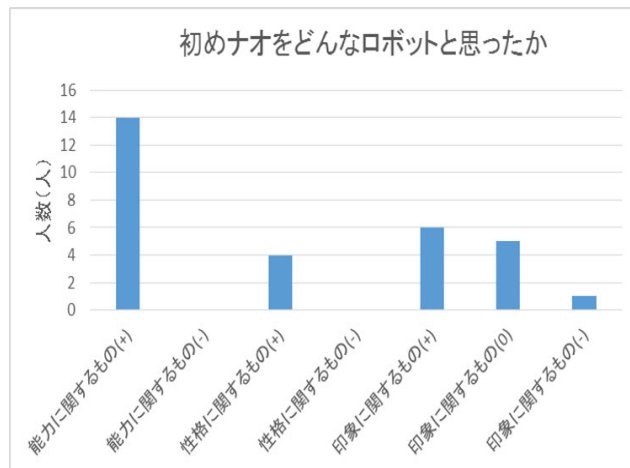


図5 ふれ合い前のアンケート

「初めナオをどんなロボットと思ったか」

このグラフから、ほとんどの子どもが初対面の段階で NAO のことを肯定的に捉えていることが分かる。

NAO からの質問に答える場面では、子どもはまず名前を聞かれ、次に好きな物を質問された。2 の、ロボットに自分のことを伝える時の子どもの態度の評価について、著者らは名前よりすぐには浮かびにくいであろう、好きな物を考えている時間に注目した。名前を教えている時間、好きな物を教えている時間それぞれを、NAO が質問を言い終わり、子どもが最後のカルタ（おしまい）を見せて NAO が反応し言葉を発した瞬間までと定義した。この中には子どもが考えている時間も含まれており、疑似的な教示時間である。その時間を見せたカルタの総数で割り算し比較を行った。これを、カルタを 1 枚見せるのにかかった時間と呼ぶことにする。まず、カルタを 1 枚見せる時間が長くなったのは 18 人中 9 人だった。残りの 9 人は遅くなった。慣れのために、本来なら好きな物を教えるのにかかる時間の方が短くなるはずだが、全体の平均は、好きな物を見せている時間の方が長くなった。表 1、2 にこれらの結果を示す。

表 1 カルタ 1 枚見せるのにかかった時間平均の質問ごとの比較

	カルタ1枚見せるのにかかった時間の平均(s)
名前	11.19
好きな物	11.48

表 2 質問が変わりカルタ 1 枚見せるのにかかった時間が早くなった・遅くなったグループの時間変化の比較

	前後でカルタ1枚見せる時間にかかった時間の変化の平均(s)	標準偏差
速くなった	2.84	2.35
遅くなった	3.52	3.42

ただ、カルタ 1 枚を見せる時間が、名前から好きな物に代わることで早くなった 9 人と遅くなった 9 人それぞれのグループ内での比較では、ばらつきが大変大きいことに注目したい。観察では、好きな物を考えているのが顕著で、結果的に好きな物を教える時間が長くなった子が数人見受けられた。そのため、今後この数人に注目し、彼ら彼女らの行為から、ロボットへの親密さが感じられるものを抜きだし、逆にそれをロボットの機能に組み込むよう生かすことも必要だと感じている。

その他にも、ふれ合い体験時に、子どもが自分のことをきちんと伝えることにこだわりを持つ様子がいくつか観察された。一つに、操作者が子どもの名前を聞き間違えたままカルタを手渡す補助を行ったことがあった。NAO が日記を書いてから、子どもはその事実を伝えたが、すでに他の子どもが列を作って待っていたため、子どもには謝ってふれ合いを終えてもらった。しかし、その子どもはきちんと並び直し、今度は正しい名前で日記を書いてもらっていた。また、カルタに濁点のひらがなや“小さいつ”がないことに不満を言う子がアンケートや体験時に何人も見られた。

4 の、子どもがロボットに自分のことを覚えてもらった時の反応については、まず NAO が書いた日記を読んでどう

思ったかというアンケートの結果を元に判断した。結果を図 6 に示す。

回答者は 17 人で、NAO とのふれ合いが面白くなかったと答えた 1 名は未回答であった。

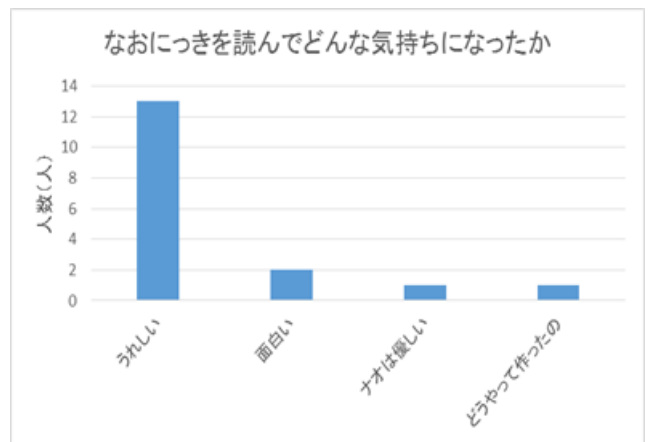


図 6 ふれあい後のアンケート
「なおにつきを読んでどんな気持ちになったか」

この結果から、ほとんどの児童がうれしいと思ったことが分かった。また、名前を NAO に教えた時に、その子の名前を繰り返す機能を付加したが、それがきちんと機能した場合の児童の反応について分類したものを図 7 に示す。

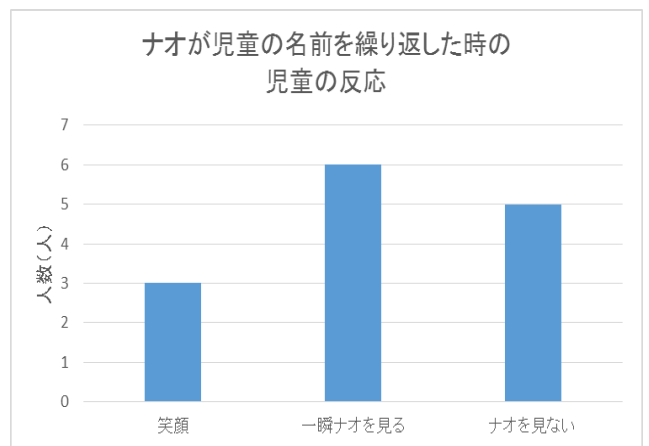


図 7 ふれ合い中のビデオ評価
「ナオが児童の名前を繰り返した時の子どもの反応」

ふれ合い体験の観察に基づくと、一瞬 NAO を見るのは、NAO が名前を呼ぶことに多くの子が戸惑いを感じたためであるようだった。一方、ふれ合い体験を 6 人の幼児も体験したが、同じ状況で笑顔になったのは 3 人であった。この結果についても、笑顔になった児童のふれ合いをより観察し、ロボットと親密な関係を構築するために何が必要なのか探っていく必要がある。

そして、2 については以下のような結果が出た。この実験で、ロボットが世話を焼かせたのは主に 2 つの時であった。1 つはなでる時、もう 1 つはカルタを見せて自分のことを

伝える時である。子どもたちは NAO に自分のことを伝える際に一枚ずつひらがなのカルタを見せたが、見せ方がそもそも難しく、さらに、実装システムの関係で、文字以外のたくさんのカルタを見せる必要があった。カルタを見せるのに、どんな所が大変だったかについての、ふれあい後のアンケートの質問結果について図 8 に示す。

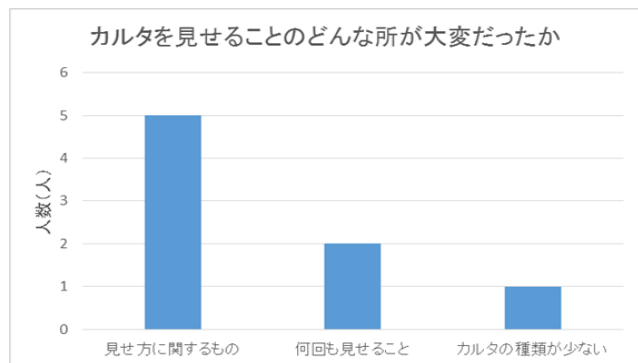


図 8 ふれあい後のアンケート

「カルタで文字を見せるのは大変だったか」に対する回答

実際、ふれあい後のアンケート結果によると、18 人中 10 人の子がカルタで文字を見せるのが大変だったと答えている。それに関わらず、NAO の質問に適当に答えた児童がいなかった上に、ほとんどの児童がアンケートで NAO と遊ぶのは楽しかったと答えている。図 9 にアンケートの結果を示す。

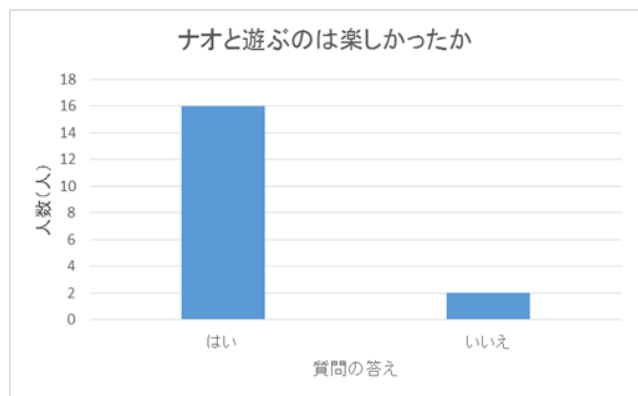


図 9 ふれあい後のアンケート

「ナオと遊ぶのは楽しかったか」

さらに、著者らは NAO がなでられた時の反応 (NAO がなでられ方に満足したか不満だったか) と、そのあと NAO を満足するようになでて、NAO からの挨拶 (こんにち) が始まった時に、その挨拶に声で反応した子どもの関係について調べた。その結果を図 10 に示す。

この結果によると、NAO がなで方に文句を言って世話を焼かせた方が、すぐ満足した場合よりも、その後の NAO の挨拶に答えた児童が多かった。そもそも、挨拶を返した子どもがロボットを元々親密な関係を築けるものとして捉え

ていた可能性もある。表 3 に、挨拶を返した児童が NAO を初めに見た時の印象について示す。確かに、NAO を対話できそうな存在ととらえている子どもが多い。そうは言っても、NAO がなで方に不満を持ったのは、いじめる子どもがいなかったことを考えるとほとんど偶然の出来事であり、この結果は新たな実験を通して再考する余地がある。

以上の考察を踏まえ、新たに評価を行うためのシステムを実装した。

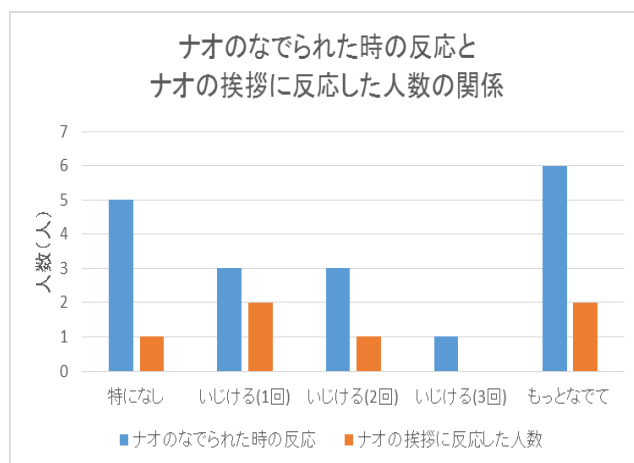


図 10 ビデオ評価に基づく NAO が最初になでられた時の反応と、NAO が満足した後の挨拶に反応した児童数の関係

表 3 NAO の挨拶に返答した子どもたちの NAO の初めの印象

かわいくてシンプルに見える
やさしいロボット
かしこそう、しゃべれそう
しゃべれてやさしい
しゃべれる、ふれあったりする

4. 構築システム

4.1 システム設計におけるコンセプト

本実装は、あくまでロボットとの身体・記憶・世話を焼かせるようなやり取りが、子どもの自尊心にどのような変化を起こすかを調べるためのものであり、これをそのまま教育の現場で使用するアプリケーションとして実用していく訳ではない。しかし、研究の最終的な目的は、小学校のクラスなどで孤立した子どもが、ずっと孤立し続けるのではなく、クラスメートより中立的な立場であるロボットに自分の存在を受け止めてもらい、少しでも前向きな気持ちになってもらうことである。さらに、子どもとロボットという関係性を飛び越えて、ロボットを介して他の子どもと交流のきっかけが生まれたら、子どもの成長を考える上でもより良い。そのため、本システムの子どもとロボットの関わり方を、日記を書く前後で

対個人から対集団に拡張することにした。ヒューマノイドであるために、子どもとの対話がしやすいことを期待して、ロボットはアルデバラン社の Pepper と NAO を用いる。また地域の文化祭ではカルタで質問に答えたが、今回は会話のしやすさを踏まえて音声認識を用いる。実験で児童が体験するふれ合いの流れについて、図 11 に示す。

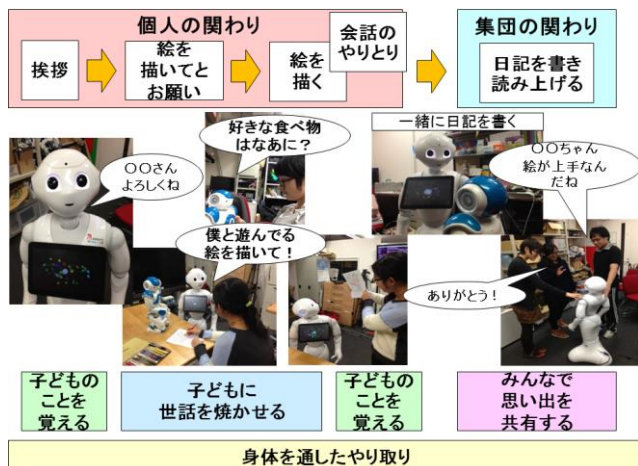


図 11 実験で児童が体験するふれ合いの流れ

まず子どもたちは最初にどちらのロボットとふれ合うかに応じて二手に分かれ、一人ひとりロボットと対面する。ロボットはこの時に子どもの顔と名前を覚える。そして、NAO は子どもの好きな物などを質問し、Pepper は自分とその子が遊んでいる絵を描いてほしいとお願いする。本実験においては、絵を描くことが世話を焼かせることに該当する。絵が描けたら、ロボットに見せる。全員のふれ合いが終わったらロボットがみんなを呼ぶ。全員で記念写真を撮り、NAO と Pepper は一人ひとりから聞いたことと、描いてもらった絵を一つの日記に書いて読み上げる。作られる日記のイメージについて図 12 に示す。



図 12 作成される日記のイメージ

4.2 システム構成

実装システムの構成図を図 13 に示す。

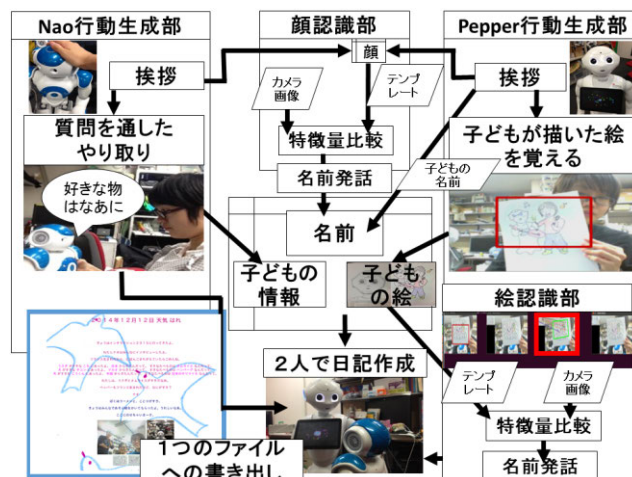


図 13 実装システム

4.2 今後の計画

今後、システム実装をより深めていき、パーソナルロボット Nao と Pepper を用いて、子どものロボットとのふれ合い後の自尊心の変化を、ふれ合い前後でのアンケート評価を元に検証予定である。

参考文献

- 1) 無藤隆, 久保ゆかり, 遠藤利彦: 現代心理学 2 発達心理学, 岩波書店 (1995).
- 2) 野口隆子, 秋田喜代美, 淀川裕美, 箕輪潤子, 門田理世, 芦田宏, 鈴木正敏, 小田豊: 幼稚園から小学校の移行に関する縦断的分析 (2) 一移行経験による保護者の認識の変化, 日本教育心理学会第 51 回総会発表論文集, pp.444 (2009).
- 3) 近藤邦夫: 教師と子どもの関係づくり, 東京大学出版会 (1994).
- 4) 國枝幹子, 古橋啓介: 児童期における友人関係の発達, 福岡県立大学人間社会学部紀要, Vol.15, No.1, pp.105-118 (2006).
- 5) Fumihide Tanaka, Toshimitsu Takahashi, Shizuko Matsuzoe, Nao Tazawa, Masahiko Morita.: Telepresence Robot Helps Children in Communicating with Teachers who Speak a Different Language, Proceedings of the 2014 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2014), pp.399-406 (2014).
- 6) Hideki Kozima, Cocoro Nakagawa, Hiroyuki Yano.: Can a robot empathize with people?, Artificial Life and Robotics, Vol.8, No.1, pp.83-88(2004).
- 7) 稲田哲也, 稲葉 雅幸, 井上 博允.: PEXIS: 統計的経験表現に基づくパーソナルロボットとの適応的インタラクションシステム, 電気情報通信学会論文誌, Vol.J84-D-I, No.6, pp. 867-877 (2001).
- 8) 神田崇行, 佐藤瑠美, 才脇直樹, 石黒浩.: 対話型ロボットによる小学校での長期相互作用の試み, ヒューマンインターフェース学会論文誌, Vol. 7, No. 1, pp. 27-37 (2005).
- 9) Fumihide Tanaka, Shizuko Matsuzoe.: Children Teach a Care-Receiving Robot to Promote Their Learning: Field Experiments in a Classroom for Vocabulary Learning, Journal of Human-Robot Interaction, Vol.1 (1), pp.78-95 (2012).
- 10) Fumihide Tanaka, Aaron Cicourel, Javier R. Movellan.: Socialization between Toddlers and Robots at an Early Childhood Education Center, Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA (PNAS), Vol.104(46), pp.17954-17958 (2007).
- 11) 叶内茜, 倉持清美.: 中学校家庭科のふれ合い体験プログラムによる効果の比較: 幼児への肯定的意識・育児への積極性と自尊感情尺度から, 日本家政学会誌, Vol.65, No.2, pp.58-63 (2014).