

平成 31 年 4 月 21 日現在

機関番号：94301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12505

研究課題名(和文)授乳支援ロボットの開発と受容性評価

研究課題名(英文) Investigating social acceptance of infant feeding support robots

研究代表者

塩見 昌裕 (Shiomi, Masahiro)

株式会社国際電気通信基礎技術研究所・知能ロボティクス研究所・室長

研究者番号：90455577

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：対話型ロボットとロボットアームが連携して会話調で第三者へと現状を説明しながら飲み物を口元へと運ぶシステムを開発し、被験者実験を通じてその社会的受容に関する印象評価を行った。実験の結果、対話型ロボットが適宜現状を説明することで、好ましいと思う度合いが有意に向上することが示された。さらに、人型ロボットによる授乳シーンと、アーム型ロボットによる授乳シーンを用いたWEBアンケートを通じてロボットの外見が授乳支援にもたらす社会的受容性への影響を検証した結果、人型の外見を備えたロボットによる授乳シーンが、ロボットアームによる授乳シーンよりも有意に社会的受容性が高いことが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究を通じて、人々の生活支援を行うロボットが自身の社会的受容性を高めるために、人のような外観を用いるだけでなく、ロボット同士の会話を見せることが有用であることが示された。会話を見せる行為は必ずしもタスクの達成に必要なものではないが、人間は社会的な振る舞いを見せる存在に対してより高い受容性を示すことを示しており、今後人々と関わりあうロボットの振る舞い設計において有用な知見を得ることができた。

研究成果の概要(英文)：We developed a prototype of a feeding support robot and investigated the perceived feelings from adult participants. The experiment results showed that showing conversation between a social robot and an arm robot significantly increased the perceived likability more than only using the arm robot for a feeding support. Moreover, we investigate social acceptance for an infant feeding support robot by comparing different appearance via WEB-based questionnaires; the results showed that the human-like appearance is more acceptable than arm-like appearance for an infant feeding support.

研究分野：ヒューマンロボットインタラクション

キーワード：保育支援ロボット

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

ロボット技術を利用した保育支援が期待されている。センシングによる乳幼児突然死症候群の兆候等を早期発見する見守り支援、ベビーベッド型ロボットによる寝かしつけ支援、対話型ロボットによる遊びを通じた発達支援など 様々な保育行為が人を介さずに実現されつつある。しかしながら、保育において最も欠かせず、かつ負担も大きい「授乳」は、いまだロボット技術を用いた支援がほとんど実現されていない。哺乳瓶、人工ミルクなどの技術は母親以外の人による授乳を可能にしたが、人を介さない授乳を可能にした技術は無い。その要因として主に、人を介さない授乳に対して人々が感じる不安を解消する方法が確立されていないことが挙げられる。

### 2. 研究の目的

そこで本研究では、ロボット技術を利用した保育支援において重要となる、不安を与えない社会的振る舞いの実現するための要素技術や外見に関する知見、および、インタラクション技術の確立を目指す。人は社会的な生き物であり、周囲を取り巻く人々との社会的な関係性を維持して生きている。そのため、人は特定の対話相手とインタラクションをする際、自身の行為が相手に与える影響だけではなく、そのインタラクションを観測している第三者に与える影響を考慮して振る舞っている。本研究を通じて、ロボットが他者の不安に関する認知モデルを獲得することで、ロボットも人と同じように、他人の目を気にかけつつ、適切に社会的な振る舞いを行えるようになる。

発展的な取り組みとして、他人の目を気にかけて振る舞えるロボットは、介護方面への応用が期待できる。ロボットが他者に与える印象を考慮し、第三者の不安を解消するように振る舞うことができれば、例えば介護士や高齢者家族からの介護ロボットに対する心理的な抵抗を減少させることにつながり、さらなるロボット利用の促進が期待できる。

### 3. 研究の方法

本研究では、まず、授乳支援を行うロボットの外見によって、人々の社会的受容性がどのように変化するかを検証する。次に、ロボットによる授乳支援に欠かせないリーチング動作を設計するために、ロボットアームの動作制御システムの開発を進めるとともに、授乳を観測する第三者に不安を与えない社会的振る舞いの実現を目指す。また、保育支援を行うロボットに対する社会的受容性を計測するための尺度構築を進め、定量的な評価を行えるようにする。

### 4. 研究成果

#### 4.1 ロボットの外見による社会的受容性の調査

まず予備的な調査として、保育支援を行うロボットの外見が社会的受容性にもたらす影響を調査した。具体的には、図 4.1 に示す、人型ロボットとアーム型ロボットによる授乳シーンのイメージ画像を用いて、授乳行為にロボットが関与することに対する社会的受容性の調査を行った。合計で 445 名の被験者（男性 230 名、女性 215 名）に対して、社会的受容性を調査するための Intention to use と呼ばれる指標を用いたアンケート結果を、図 4.1.2 に示す。ロボットの見た目要因（人型・アーム型）および被験者の性別要因（男性・女性）による、2 要因混合分散分析を行った結果、見た目要因( $F(1, 443)=143.818, p<.001, \text{partial } \eta^2=.245$ )および性別要因( $F(1, 443)=15.440, p<.001, \text{partial } \eta^2=.034$ )に有意な差がみられた。要因間の交互作用には、有意な差は見られなかった( $F(1, 443)=.276, p=.600, \text{partial } \eta^2=.245$ )。

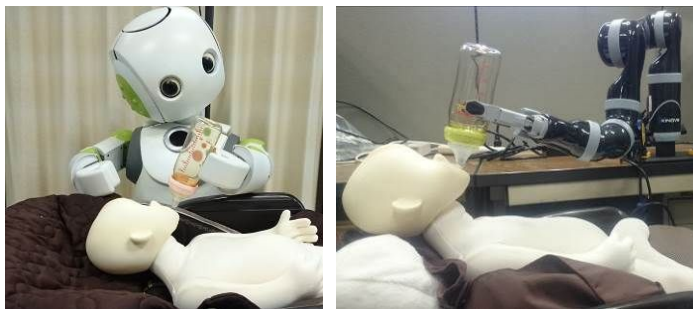


図 4.1.1 授乳支援ロボットのイメージ

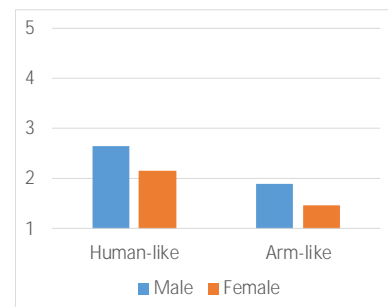


図 4.1.2 アンケート結果

#### 4.2 第三者に不安を与えない社会的振る舞い

4.1 節で行った調査から、人型の外見を持つロボットのほうが、アームロボットに比べて授乳支援を行う上で社会的受容性が有意に高いことが明らかになった。一方、既存の人型ロボットで授乳支援を行うための複雑な腕部位の動作制御を行うことが困難である、という現状もある。そこで本研究では、人型の外見を持つロボットが多自由度のアームロボットと連携して社会的に振る舞うことで、第三者に与える不安を減らせるかどうかを検証した。

図 4.2.1 に、実験環境を示す。なお本実験では、安全性の観点や乳児被験者の確保の困難さから、大人の被験者を対象とし、タスクも授乳支援ではなく飲み物を口元へと運ぶものへと変更

した。ロボットアームとして Kinova MICO を、人型ロボットとして Sota を利用した。ロボットアームは、ベッド横の机の上に置かれたコップを掴み、人の顔の近くまで運ぶように動作設計した。実験条件は、ロボットアームが利用者へ直接に音声発話することで動作状況を伝える直接条件と、ロボットアームと人型ロボットとの会話を人へ見せることで間接的に動作状況を伝える間接条件の二つとした。なお、ロボットアームの動作はどちらの条件においても同一である。

直接条件では、ロボットアームが動作状態を音声発話により人に直接伝えた。ロボットアームは以下の六つのタイミングで動作状態を発話した。1. 動作開始時、2. 物体を掴む動作開始時、3. 物体を掴んだタイミング、4. 掴んだ物体を人へと運ぶ動作開始時、5. 物体を運んでいる最中、6. 運搬動作終了時である。例えば「では、今から飲み物を運びますね」「飲み物を掴みました」「もう少しで着きます」と発話した。これに対し間接条件では、ロボットアームと人型ロボットが会話することで、ロボットアームの動作状態を人へ間接的に伝えた。ロボットアームの発話内容は直接水準と同一であるが、人型ロボットがロボットアームの発話前/発話後に発話することで、ロボット同士が会話しているように見えるよう対話設計した。例えば、ロボットアームの「では、飲み物を運びますね」の発話前に「じゃあ、飲み物を運んで」と発話し、「もう少しで着きます」の発話前に「どのくらいかかるの?」と発話した。人型ロボットは発話時、ロボットアームの方向へ顔と身体を向けて発話した。

実験には男性 14 名、女性 14 名の合計 28 名（平均年齢 = 27.8, SD = 6.30）が参加した。実験参加者は全員日本語を母語としていた。飲み物を安心して受け取れたか（安心感）、飲み物を受け取ることが難しかったか（難易度）を評価するアンケート項目を用意した。また、ロボットシステムへの印象を調査するために、システムへ返事をする必要性を感じたか（返事必要性）、システムへの好ましさ（Likeability）を評価するアンケート項目を用意した。Likeability は 5 項目で構成される尺度である。また、本システムを乳幼児の授乳支援や高齢者の介護（食事）支援に利用することを想定した場合にどのような印象を抱くか、についてもアンケートを行った。アンケート内容は、「もし病院や乳児を預かる施設にいる自分の子どもへ、このロボットシステムが授乳するなら安心できる」と「もし病院や介護施設にいる介護の必要な自分の親へ、このロボットシステムが食事支援をするなら安心できる」の 2 項目である。各アンケート項目は 7 段階のリッカート尺度とした。

図 4.2.2 にタスクとロボットシステムへの印象に関するアンケート結果を示す。ロボットシステムの動作状態を伝える方法が印象へ与える影響を検証するために、各項目に対して対応のある t 検定を行った結果、Likeability に関して有意差が認められた ( $t(27) = 7.72, p < 0.01, d = .934$ )。安心感 ( $t(27) = 1.49, p = .149, d = .307$ )、難易度 ( $t(27) = .000, p = 1.000, d = .0$ )、返事必要性 ( $t(28) = -.297, p = .769, d = .082$ ) に関して有意差は認められなかった。これらの結果は、ロボット同士の会話を通じた情報提供は、ロボットシステムへの Likeability を高めるが、タスクへの印象、返事必要性に影響を与えないことを示唆している。しかし、どちらの水準においても安心感は 7 段階の中央値より高く、難易度は低く評価されているなど、タスク自体が人に与える不安感やタスク難易度が結果に及ぼす影響は明らかでなく、今後の検証課題である。

次に、本システムを乳幼児の授乳支援や高齢者の介護（食事）支援に利用することを想定した場合にどのような印象を抱くかについてのアンケート結果に対して、直接・間接水準と乳幼児・高齢者水準を対象とした繰り返しのある 2 要因分散分析を行った。その結果、直接・間接水準に有意な差が認められた ( $F(1,23) = 23.625, p < .001, \text{partial } \eta^2 = .507$ )。乳幼児・高齢者水準 ( $F(1,23) = 2.188, p = .153, \text{partial } \eta^2 = .087$ )、および交互作用 ( $F(1,23) = 1.195, p = .286, \text{partial } \eta^2 = .049$ ) には有意な差が認められなかった。すなわち、今回開発したロボットアームと人型ロボットとの会話を人へ見せる振る舞いは、乳幼児に対する授乳支援だけではなく、高齢者に対する食事支援においても単体のロボットアームを用いる場合よりも受け入れられやすい可能性が示唆された。



図 4.2.1 実験環境

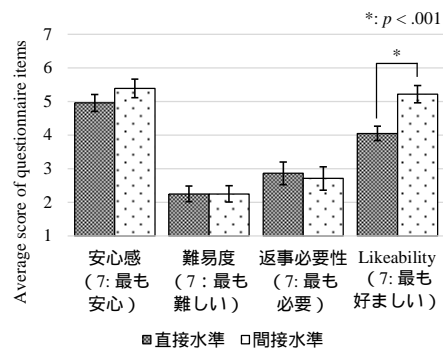


図 4.2.2 アンケート結果

#### 4.3 保育支援ロボットのための社会的受容性尺度構築

次に本研究では、保育支援ロボットの社会的受容性を計測するため、広く利用されている Intention to use の指標に加えて、保育支援技術に対する安心感や利用することへの心理的抵抗、および保育にかかる負担を保育支援技術等によって低減させることに対する印象評価を行うための指標作成を行った。具体的には、利用意図、安全・信頼性、熱心さ、負担の軽減という4つの指標を利用することとした。これらの指標は3~5の質問項目から構成されており、予備的な実験結果から、全ての指標においてその妥当性を示すクロンバックの $\alpha$ 係数が0.80を超えたことが示された。

作成した指標を用いて、保育状況認識技術の社会的受容性を調査するために、就学前児童を持つ親もしくは保育士の資格を持つ日本人200人およびアメリカ人200人の、合計400人を対象としたWEBアンケートを実施した。WEBアンケートを通じて、本研究で開発を進める保育支援技術と、その他の保育支援技術である人工乳やベビーフード、および無痛分娩に対する社会的受容性の比較を行った。なお、保育支援ロボットシステムについてはいまだ研究開発中であるため、図4.3.1に示すような画像をアンケートと同時に提示し、その内容を想像しやすいようにした。これらの指標を用いて調査を行ったところ、ほぼ全ての項目において保育支援ロボットシステムが最も低い値となり、現状ではいまだ低い社会的受容性となることが示された。

次に、実際に保育支援ロボットシステムの一部を体験した人々の社会的受容性を計測した。具体的には、開発中の保育支援ロボットシステムを設置したキッズルーム内に乳幼児とその保護者が1~2時間程度滞在するという実験を行い、その保護者から上述したアンケートを回収した。その際、図4.3.2に示すように、遠隔操作によって保育支援を行うことが可能なテレプレゼンスロボットも実際に利用してもらった。被験者30名によるアンケートの結果を分析したところ、実際に保育支援技術を体験した被験者らによる印象評価結果は、WEBアンケートで得られた印象評価結果よりも高い値を示したことが明らかになった(図4.3.3)。この結果は、本研究で開発した技術を実際に体験することで社会的受容性が向上する可能性を示唆しており、本研究成果の社会実装を進めるうえで実際のシステムを体験できる場を構築することが重要であることを示していると考えられる。

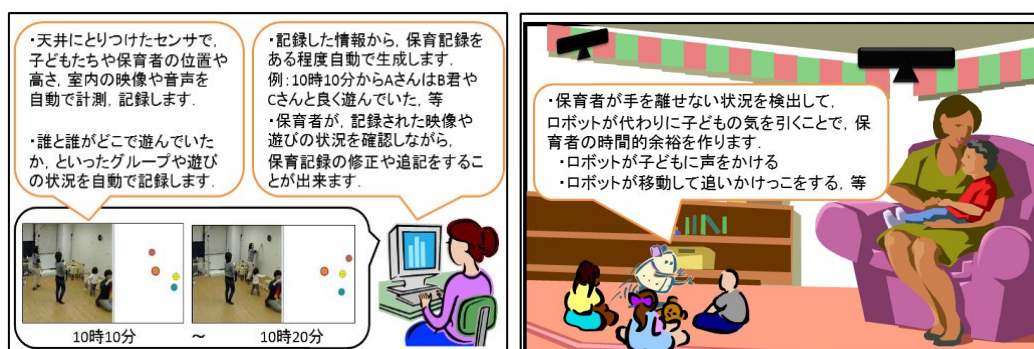


図 4.3.1 WEB アンケートで利用した保育支援システムのイメージ

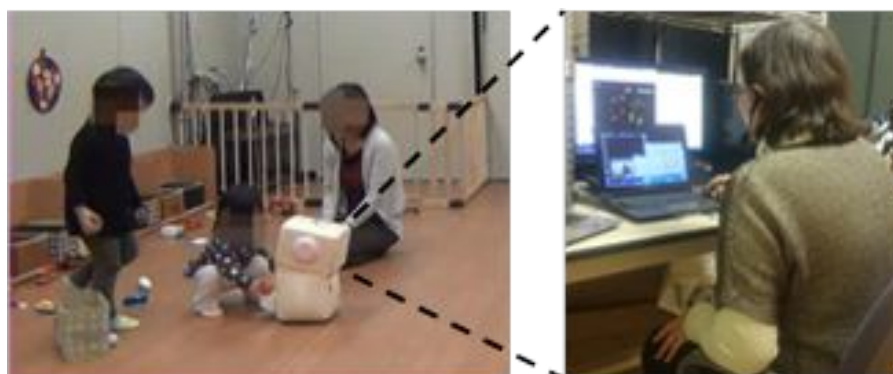


図 4.3.2 遠隔操作型保育支援ロボットを利用している様子

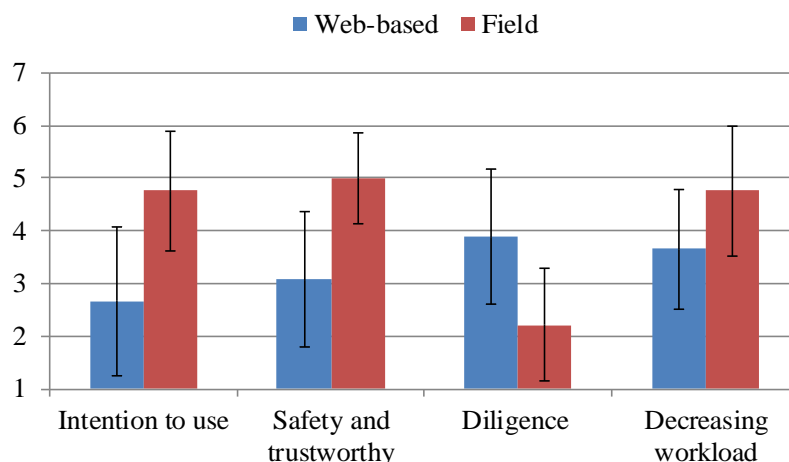


図 4.3.3 WEB アンケートと実際の体験者によるアンケートの比較結果

## 5 . 主な発表論文等

### 〔雑誌論文〕(計 4 件)

1. Masahiro Shiomi, Research conducted in the Agent Interaction Design Lab," Impact, Volume 11, pp. 12-15(4), 2018. DOI: doi.org/10.21820/23987073.2018.11.12 .
2. Kasumi Abe, Masahiro Shiomi, Yachao Pei, Tingyi Zhang, Narumitsu Ikeda, and Takayuki Nagai , ChiCaRo: Tele-presence Robot for Interacting with Babies and Toddlers , Advanced Robotics , Vol.32 , pp.176-190, 2018.DOI: doi.org/10.1080/01691864.2018.1434014
3. Masahiro Shiomi, Norihiro Hagita , Social acceptance toward a childcare support robot system: web-based cultural differences investigation and a field study in Japan ,Advanced Robotics ,Vol.31 , pp.727-738, 2018. DOI: doi.org/10.1080/01691864.2017.1345322
4. Mitsuhiro Kimoto, Tomoki Nakahata, Masahiro Shiomi, Takamasa Iio, Ivan Tanev, Katsunori, Shimohara ,System Supporting Self-Motivated Video-Viewing Stops for Children ,SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration , Vol. 11, pp.48-54, 2018. DOI: doi.org/10.9746/jcmsi.11.48

### 〔学会発表〕(計 12 件)

1. Mitsuhiro Kimoto, Masahiro Shiomi, Takamasa Iio, Katsunori Shimohara, Norihiro Hagita , Calibrating Depth Sensors for Pedestrian Tracking Using a Robot as a Movable and Localized Landmark , The 2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics , 2018 .
2. Masahiro Shiomi, Tsuyoshi Komatsubara, Thomas Kaczmarek, Takayuki Kanda, Hiroshi Ishiguro , Estimating Children's Characteristics by Observing their Classroom Activities , The Asia Pacific Signal and Information Processing Association (APSIPA2018) , 2018 .
3. 木本充彦, 飯尾尊優, 塩見昌裕, 下原勝憲, 萩田紀博, ロボット同士の会話を通じた情報提供が生活支援タスクの印象に与える影響, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2018 , 2018 .
4. Yumiko Tamura, Mitsuhiro Kimoto, Masahiro Shiomi, Takamasa Iio, Katsunori Shimohara, Norihiro Hagita, Effects of a Listener Robot with Children in Storytelling, Proceedings of the Fifth International Conference on Human Agent Interaction,2017.
5. Kasumi Abe, Yuki Hamada, Takayuki Nagai, Masahiro Shiomi, and Takashi Omori, Estimation of Child Personality for Child-Robot Interaction, 26th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, 2017.
6. 阿部 香澄, 濱田 侑輝, 長井 隆行, 塩見 昌裕, 大森 隆司, ロボットとの遊び行動分析に基づく子どもの性格推定, 日本ロボット学会第 35 回学術講演会講演論文集, 2017 .
7. 田村 優美子, 木本 充彦, 塩見 昌裕, 飯尾 尊優, Ivan Tanev , 下原 勝憲, 萩田 紀博, 読み聞かせにおける聞き手ロボットの存在がもたらす影響, 日本ロボット学会第 35 回学術講演会講演論文集, 2017 .
8. Masahiro Shiomi, Kasumi Abe, Yachao Pei, Narumitsu Ikeda, Takayuki Nagai, "I'm Scared": Little Children Reject Robots Proceedings of the Fourth International Conference on Human Agent Interaction, 2016 .
9. Masahiro Shiomi, Kasumi Abe, Yachao Pei, Tingyi Zhang, Narumitsu Ikeda, Takayuki Nagai, ChiCaRo: Tele-presence Robot for Interacting with Babies and Toddlers, Proceedings of the Fourth

International Conference on Human Agent Interaction, 2016.

10. 田村 優美子, 木本 充彦, 塩見 昌裕, 飯尾 尊優, Ivan Tanev, 下原 勝憲, 萩田 紀博, 幼児に対する読み聞かせにおける複数ロボットの利用法による効果, 第 44 回 知能システムシンポジウム, 2017 .
11. 塩見 昌裕, 阿部 香澄, 裴 雅超, 池田 成満, 長井 隆行, ロボットを怖がる乳幼児の観察, 日本ロボット学会第 34 回学術講演会講演論文集, 2016
12. 塩見 昌裕, 阿部 香澄, 裴 雅超, 張 亭, 池田 成満, 長井 隆行, 子育て支援ロボット「ChiCaRo」の開発, 日本ロボット学会第 34 回学術講演会講演論文集, 2016 .

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

特になし

## 6 . 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

なし

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。