

人とロボットとの会話におけるテンポやリズムが与える印象の評価

諏訪 貴之^{*1} 大保 武慶^{*2}

Effect of Rhythm and Tempo in Conversation on Human-Robot Communication

Takayuki Suwa^{*1} Takenori Obo^{*2}

Recently, with the rapid development of robot technology, information technology and artificial intelligence technology, human friendly robot are becoming more familiar to us. The robots should have a capability to provide more natural communication. In this study, we investigate an effect of rhythm in conversation on human-robot interaction. Rhythm and tempo on verbal interaction are very important factor to realize human-like communication. This paper presents a concept of human-robot interaction for the emergence of communication.

1. はじめに

2015 年度より、サービスロボットの市場は、次々と家庭や職場での使用が可能なコミュニケーションロボットが開発され、のちに「コミュニケーションロボット元年」と呼ばれてもおかしくないほどの急速な成長を遂げている。2020 年度の国内コミュニケーションロボット市場規模は 87 億 4000 万円と予測されており、その背景には従来から介護分野等において行われている研究開発や実用化の取組に加え、流通業やサービス業といった多くの業種でも活用が模索され始めている [1][2][3]。さらに MM 総研が発表した「コミュニケーションロボットの一般消費者意向に関する調査結果」によると、「コミュニケーションロボットがあると良いと思う場所」という項目において「病院・介護施設」と「駅・空港」が多く、「病院・介護施設」については既に介護施設での導入が始まっており[4]、各ロボットベンダーや政府も介護分野に関心を持っている。「駅・空港」については、2020 年の東京オリンピックに向けて多くの外国人に対して言語対応するための方法の 1 つとしてコミュニケーションロボットの活用が望まれていると推測される[5]。しかし、総務省が発表した「社会課題解決のための新たな ICT サービス・技術への人々の意識に関する調査研究」によると、「コミュニケーションロボットの利用意向」という項目において、「20 代以下」、「30 代」、「40 代」の半数以上は、コミュニケーションロボットの利用に対してあまり前向きではない回答をしている[6]。また、株式会社クロス・マーケティングが発表した「コミュニケーションロボットによる接客に関する調査」でも、「コミュニケーションロボットの接客 利用意向」という項目において、利用することに対してあまり前向きな回答が得られていない。これらの大きな理由として示されているのがロボットの会話のぎこちなさや動きの不自然さであり、ロボットを利用することに対する抵抗感につながっている[7]。これらの結果から分かることは、会話のテンポや話すスビ

ードに違和感や不自然さを感じることで、コミュニケーションロボットからサービスを楽しむことに対する抵抗感につながるとのことである。

志和らの研究では、コミュニケーションロボットの反応時間がユーザに与える影響を測定し、コミュニケーションロボットの反応時間をデザインするための指針を作っている[8]。具体的には、ユーザが許容できるロボットの反応時間と、ロボットがユーザの許容できる時間内に反応できない場合の対処に関する指針を、2 つの検証実験をもとに述べている。結果として、ロボットの反応時間に対するユーザの印象は 1 秒以内であればあまり変わらないが、ロボットが反応に 2 秒以上かかる場合、印象が悪化してしまうことが示されている。一方、ロボットの反応時間がかかる場合でも、間投詞を使用することでユーザの待つことに対する印象を向上できることを示している。また、神田らの研究では、人間がロボットを自然な対話相手とみなすための、対話観察に基づく人間とロボットの対話システムを提案している[9]。ロボット同士の対話を人が観察した結果、人とロボットとの関係性が緩和され、人はロボットに対して人と接するのと同様の自然なコミュニケーションを実現できることを明らかにしている。しかし、これらの研究は 1 対 1 の対話のため、コミュニケーションの機能上発話パターンのバリエーションが少ないことから対話に飽きしてしまう可能性があり、コミュニケーションロボットとの会話が破綻してしまう恐れがある。

人とロボットとの間のコミュニケーションを破綻させないためには、人とロボットが協調的に発話のリズムを生成し、テンポよく互いに引き込むことによって創発される場を形成することが重要であると考えられる[10][11]。そこで本研究では、人とのインタラクションの中でターンテイキングが生じることによるリズムの変化と、それによる印象の変化を分析することによって、必要なコミュニケーションの形について議論する。

^{*1} 東京工芸大学工学部コンピュータ応用学科 4 年 ^{*2} 東京工芸大学工学部工学科 助教
2019 年 9 月 25 日 受理



図 1 研究で使用するパルロ

表 1 パルロの仕様

本体	全高	40 cm
	重量	1.6 kg
	可動部	23 軸
	消費電力	60 W
センサ	加速度センサ×1, ジャイロセンサ×1, 距離センサ×1, 圧力センサ×8	

2. リズムやテンポがもたらすロボットとの協調的コミュニケーション

引き込み現象とは、2つのものの動作リズムが、両者の関係によって決定されるループへと徐々にまともっていくことを指す。引き込み現象が実現されているシステムでは、多少の状況の変化があってもそのループに引き込まれるため安定性が高い。またそのループを変化させることで両者の動作を変化させることも可能である[12]。

人とのコミュニケーションにおいて、引き込み現象を成立させるために、本研究ではコミュニケーションにおける「ターンテイキング」の間やタイミングに着目する[13][14]。ターンテイキングとは、会話においてある人からある人へと自然と会話の流れによって役割（発話権）が転換していくことである[15][16]。ターンテイキングを音声発話システムが満たすための条件として「ユーザが話している途中でシステムが話し始めてはいけない」ことが挙げられる[17]。

以上のことから、引き込み現象とターンテイキングの関係性というのは、ある人からある人へ会話の役割が転換していき、これがループされることによって徐々に引き込まれていくことである。したがって本研究において、ターンテイキングを意識しながら、引き込み現象を成立させるためのロボットの会話のシステムを構築する。

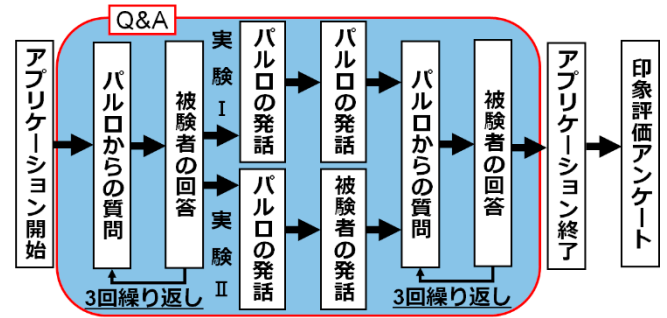


図 2 実験 I と実験 II の流れ

3. コミュニケーションロボットシステムの構築

本研究では、コミュニケーションロボットとして、富士ソフト株式会社の「PALRO（以下、パルロ）」を用いる（図 1）。パルロは、富士ソフトが開発しているヒューマノイドロボットである。パルロは、顔認識や個人識別、胴体検知が可能で、音源方向を認識、音声合成エンジンで発声なども可能である。パルロの全高は約 40 cm、重さはバッテリーを含めて約 1.6 kg である。全身に搭載されたアクチュエーターを用いて様々な動作を生成することができる。パルロの主な仕様を表 1 にまとめる。

また、本研究では、被験者と会話を成立させるために発話コンテンツを構築した。概要としては、パルロからの質問において、主要な質問は全部で 7 問あり、「ハイ」か「イエエ」のみで回答する質問は 1 問のみの構成になっている。

4. 実験結果

4. 1. 実験概要

本稿では、上述の研究目的を達成するため、人とのインタラクションからターンテイキングが生じることによるリズムの変化とそれによる印象の変化を分析することを目的とする。ここでは、予備実験として、実験参加者 1 名に対してコミュニケーションロボット 1 体と会話させた時の実験を 2 パターン行う。なおこれらを実験 I と実験 II と称する。実験 I ではパルロの発話内容に沿って会話していき、会話終了後にアンケートに記入してもらう。実験 II では人とのインタラクションから生じるターンテイキングを想定した実験を行うため、被験者がパルロに話しかける部分を含めたシナリオを作成した。具体的には、質問 2 が終了したあと、パルロからの質問が開始され、それに対して 20 秒間回答してもらうという内容になっている。実験 II においても会話終了後にアンケートに記入してもらう。図 2 に実験 I と実験 II の人とロボットのインタラクションの流れを示す。なお、被験者は 18 名とする。また、図 3 に実験の様子を示す。

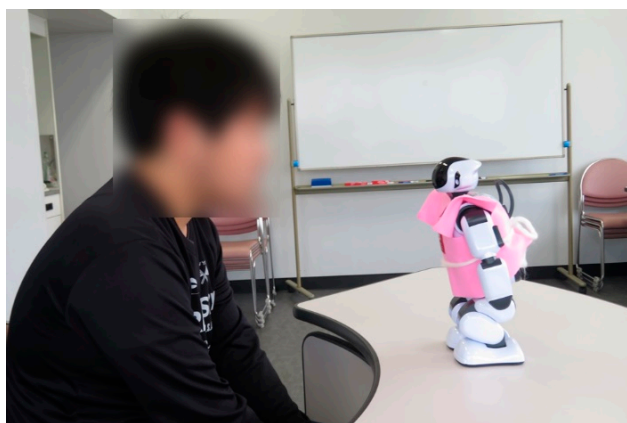


図3 実験環境と実験の様子

表2 実験ⅠとⅡを比較するアンケート項目

質問項目	実験Ⅰ	実験Ⅱ
①	パルロとの会話時間は長く感じたか？それとも短く感じたか？	前回と比較して、パルロとの会話時間は長く感じたか？それとも短く感じたか？
②	パルロの動きに違和感があったか？	前回と比較して、パルロの動きに違和感があったか？
③	(最後までパルロと会話した場合)パルロとの会話は面白かったか？それともつまらなかったか？	(最後までパルロと会話した場合)前回と比較して、パルロとの会話は面白かったか？それともつまらなかったか？

4. 2. アンケート調査と評価項目

アンケートの項目は実験Ⅰと実験Ⅱのそれぞれで4つあり、そのうち3つは7段階評価アンケートで印象の変化を測る。実験Ⅰと実験Ⅱのアンケート項目を表2に示す。質問項目①では、パルロに限らずコミュニケーションロボットと人が会話をするにあたり、人が会話時間を長く感じてしまうことによる「飽き」を評価する。なお、アンケート項目において「短く感じた」が1、「長く感じた」が7の7段階とする。質問項目②では、会話中におけるロボットの身振りに対する違和感などが生じていないかを評価する。なお、アンケート項目において「ない」が1、「ある」が7の7段階とする。さらに、質問項目③では、飽きというものが、時間的な要因で生じているのか、または発話内容により生じているのか確認するため、設問として設けている。なお、アンケート項目において「つまらなかった」が1、「面白かった」が7の7段階とする。

表3 実験Ⅰのアンケート結果

	質問項目①	質問項目②	質問項目③
平均	4.78	3.17	5.06
標準偏差	1.44	1.95	1.09

表4 実験Ⅱのアンケート結果

	質問項目①	質問項目②	質問項目③
平均	2.61	2.50	4.72
標準偏差	1.46	1.64	1.45

4. 3. 実験結果・考察

実験Ⅰと実験Ⅱを行った結果として、実験Ⅰと実験Ⅱのアンケートの結果を表3と表4にまとめる。

まず、実験Ⅰでの質問項目①は4.78だった一方、実験Ⅱでは2.61であった。実験Ⅱでは実験Ⅰよりもパルロとの会話が短く感じるという被験者が多い結果となった。実験Ⅰの方では「音声認識するのに時間がかかったので長く感じた」、「会話のペースが遅い」、「話を聞く回数が多かったから長く感じた」といった回答が多く、実験Ⅱでは「パルロの反応が良かった」、「音声認識がスムーズだったから」、「パルロからの一方的な発話だけではなく、こちら側から話す量が増えたから」といった回答が多かった。

次に、実験Ⅰでの質問項目②が3.17であり、実験Ⅱでは2.50であった。実験Ⅱでは実験Ⅰよりもパルロとの会話による動作の違和感が「ない」と回答する被験者が多い結果となった。しかし、被験者の意見を聞いてみると、実験Ⅰと実験Ⅱにおいて、どちらも「ロボットらしい動きだったと思う」、「特に違和感は無かった」、「身振り手振りのタイミングが良かった」といった回答が多かった。

さらに、実験Ⅰでの質問項目③は5.06、実験Ⅱでは4.72であった。実験Ⅱでは実験Ⅰよりもパルロとの会話において面白さが上がるという意見が多い結果となった。実験Ⅰの方では「コミュニケーションロボットと遊ぶのが楽しかった」、「普段ロボットと話さない分、面白かった」、「興味が湧いた」といった回答が多く、実験Ⅱでは「前回よりも会話がスムーズだった」、「こちらから話すことが多かったので楽しかった」、「しっかりと話を聞いてくれている気がした」といった回答が多かった。

以上3つの結果から、ターンテイキングがあることによって、人とロボットのインタラクションの流れがスムーズに進み、その結果、ロボットに対しての印象がよくなることが示唆された。しかし、リズムの変化量については定量的な評価を行っていないため、今後、ターンテイキングにおけるインタラクションの中で生じるリズムによって、コミュニケーションロボットがどう印象を与えるか議論していく。

5. まとめ

本稿では、コミュニケーションロボットを用いて、人とのインタラクションからターンテイキングが生じることによるリズムの変化とそれによる印象の変化の分析を行った。実験結果として、各被験者に対してコミュニケーションロボットと会話させた場合の実験条件を2パターン行い、実験後のアンケート結果から印象を調査した。本実験結果から、ターンテイキングがあることによって、インタラクションの流れがスムーズに進み、その結果、ロボットに対しての印象がよくなることが示唆された。

今後の課題としては、リズムの変化を定量的に扱った印象評価実験については未だ検証していないので、ターンテイキングによって生じるリズムがインタラクションの中で、コミュニケーションロボットに対してどう印象を与えるか議論していく。また、ロボットが、人とのコミュニケーションにおいて飽きられないためのリズムを複数台のロボットコミュニケーションの発話コンテンツに組み込み、構築することも目指す。

参考文献

- 1) 株式会社矢野経済研究所，コミュニケーションロボット市場に関する調査を実施，2017.
- 2) 総務省，サービスロボットが注目されている背景，平成28年版 情報通信白書，2016.
- 3) 杉本昇大，大保 武慶，久保田 直行，店舗案内のための没入感を高めるマルチロボットコミュニケーション，ロボティクス・メカトロニクス講演会 2019 (ROBOMECH2019)，講演論文集，2019.
- 4) 孫 斯琪，大保 武慶，久保田 直行，健康作り支援のためのヒューマンロボットインタラクション，第26回インテリジェントシステムシンポジウム (FAN2016)，講演論文集，pp. 228-233，2016.
- 5) 株式会社MM 総研，「コミュニケーションロボット」に関する一般消費者意向，2015.
- 6) 総務省情報通信国際戦略局情報通信政策課情報通信経済室，みずほ情報総研株式会社，社会課題解決のための新たなICTサービス・技術への人々の意識に関する調査研究一報告書一，2015.
- 7) 株式会社クロス・マーケティング，コミュニケーションロボットによる接客に関する調査，2016.
- 8) 志和 敏之，神田 崇行，今井 倫太，石黒 浩，萩田 紀博，安西 祐一郎，対話ロボットの反応時間と反応遅延時における間投詞の効果，日本ロボット学会誌，Vol. 27, No. 1, pp. 87-95，2009.
- 9) 神田 崇行，石黒 浩，小野 哲雄，今井 倫太，中津 良平，人-ロボットの対話におけるロボット同士の対話観察の効果，電子情報通信学会論文誌，Vol. J85-D-I, No. 7, pp. 691-700，2002.
- 10) 久保田 直行，コミュニケーションロボットの社会実装にむけた研究と開発，日本知能情報ファジィ学会誌，Vol. 31, No. 5, pp. 147-153，2019.
- 11) 佐藤 太一，久保田 直行，マルチロボットコミュニケーションから創出される集団的意識，第31回ファジィシステムシンポジウム (FSS2015)，講演論文集，WC1-3, pp. 115-120，2015.
- 12) 小笠原 嘉靖，田島 敬士，畠山 誠，西田 豊明，引き込み現象に基づく人間とロボットの暗黙情報のコミュニケーション，第18回人工知能学会全国大会，2B3-05，2004.
- 13) Virginia P. Richmond, James C. McCroskey, 山下 耕二 編訳，非言語行動の心理学: 対人関係とコミュニケーション理解のために，北大路書房，2006.
- 14) G. Buzáki, 渡部 喬光 監訳，谷垣 暁美 訳，脳のリズム，みすず書房，2019.
- 15) 飯塚 博幸，安藤 英由樹，前田 太郎，身体的相互作用におけるコミュニケーションとターンテイキングの創発，電子情報通信学会，Vol. J95-A, No. 1, pp. 165-174，2012.
- 16) 根本 啓一，高橋 正道，林 直樹，堀田 竜士，ワールドカフェ型のダイアログにおけるターンテイキング構造と参加者の理解度の関係性の分析，情報処理学会研究報告，Vol. GN-84, No. 20，2012.
- 17) 堀田 尚希，駒谷 和範，佐藤 理史，中野 幹生，音声発話の誤分割修復のための連続する発話対の同一発話判定，情報処理学会第76回全国大会，講演論文集，4S-8，2014.