

高齢者との対話継続を目的とした 機械応答とソーシャルメディアを用いた対話ロボット

南 秀和¹ 川波 弘道^{1,a)} 神原 誠之^{1,b)} 萩田 紀博^{1,2,c)}

概要：本研究では、高齢者の発話機会の増加を目的とした、相槌、復唱、自動応答文生成機能を示す機械応答とソーシャルコメントを用いた対話欲求の向上と継続が可能な対話ロボットを提案する。機械応答を用いる事により高齢者の発話に対する迅速な応答を可能にし、対話しているという感覚を持たせ、対話意欲の継続が期待できる。また、発話としてソーシャルコメントを用いる事で、自然な文脈であり且つユーザの興味を引く話をロボットが話す事ができ、発話意欲の向上に繋がると考えられる。本稿では、この対話システムの有効性を示すための実験を行い、ユーザの対話意欲の向上と継続が可能である事を示す。

1. はじめに

近年、社会の高齢化と共に、孤立化した独居高齢者の数が増加している。内閣府 [1] は、65歳以上の高齢者がどの程度の頻度で会話（電話やメールを含む）を行う機会を持っているのかを調査し、独居状態の女性は全体の5分の1程度、男性に至っては全体の4分の1程度が日常生活において会話を行う機会が少ない事を明らかにしている。発話機会の減少は、認知症や鬱病の原因として問題視されており、その解決策として、傾聴ボランティアによる発話機会の提供が期待されている [2]。彼らは話し手がより多くの発話を行えるように話を聴く技術を持ち、高齢者の発話機会を増やす事で精神面のケアを行っている。しかし、傾聴ボランティアの人数は限られており、傾聴を必要とする高齢者の人数に対し、絶対的に不足しているため、傾聴ボランティアのみでこの問題を解決する事は困難である。

また、ICT（情報通信技術）を利用した解決策も実施されている。この方策は、人手を気にせず時間と場所を問わず利用でき、現在パソコンや携帯機器を用いて、多くの人々がソーシャルネットワークサービス（以下 SNS）上で容易に交流する機会を得ている。しかし、パソコンや携帯機器の利用に慣れていない高齢者も多く、ICT 利用だけでは多くの独居高齢者が発話機会を得ることができない。

そこで、傾聴ボランティアや ICT の代わりとなる存在として、人と対話するコミュニケーションロボットへの期待が高まっている。相槌やアイコンタクトなどの振る舞いや音声合成などの技術を用いた、ユーザと円滑な雑談が可能な雑談ロボットの開発が行われているが、発話文や対話の流れの不自然さをユーザに感じさせ、継続してロボットと対話させる事は困難な状態である。

Miyazawa ら [3] は人間が対話を継続させたいと思う要因は何かを調査し、対話相手が“自然な応答ができていますか”と“発話内容の面白さ”が影響しているという事を明らかにしている。そこで本稿では、ユーザとロボットの継続的な雑談を実現するために、機械応答による自然な応答と SNS のコメント（以下ソーシャルメディアコメントと呼ぶ）を用いた内容の面白い発話文生成が可能な雑談システムを提案する。

以下、2 節では人とエージェント、ロボットのインタラクションに関する従来研究と本研究の位置付けについて述べる。3 節では本研究の概要について説明し、4 節では本提案システムの有効性を示すための実験内容とその結果の考察を行い、5 節で本研究のまとめと今後の予定について記述する。

高齢者が継続して対話を行いたいと考えるロボットを開発するには、“応答速度”を自然にする事と“対話内容の面白さ”を良くする必要がある。本節では、既存の対話ロボットがどの程度“応答速度が自然”か、“対話内容が面白い”のかについて着目し、調査を行った。図 1 に従来研究と本研究を“応答速度の自然さ”、“発話内容の面白さ”という 2 軸に関して位置づけを行ったものを示す。

以下図 1 でまとめた従来研究について以下で詳述する。

¹ 奈良先端科学技術大学院大学
Nara Institute of Science and Technology, Ikoma, Nara 630-0192, Japan

² 国際電気通信基礎技術研究所
ATR

a) kawanami@is.naist.jp

b) kanbara@is.naist.jp

c) hagita@atr.jp

1.1 従来研究

松原ら [4] はロボットの頷き動作を制御する事でユーザがロボットに話しやすくし、ユーザの愚痴を傾聴するロボットを開発した。このロボットは、頷き動作を用いながらユーザの話を傾聴するもので、自然な応答速度で応答できている。しかし、このロボットは発話行動を行わないため発話内容の面白さは存在しない。

NTT docomo[5] は、発話文のテンプレートや話題辞書を用いた自動応答文生成と音声認識技術を用いた雑談エージェントであるしゃべってコンシェルを開発した。これは、キャラクターエージェントがユーザの発話内容を理解し、最適な回答を返す事ができる。しかし、自動応答文生成の機能を用いて生成された発話文は、テンプレート文を用いている事から発話文が単調なものになっている。また、ユーザへの応答文を生成し、返すまでの時間を考慮すると、応答をする速度はそれほど自然なものではない。

上で述べた2つの内容を統合したロボットとして、小林ら [6] が開発した傾聴ボランティアに代わって高齢者の話を傾聴し、話し相手となるロボットが挙げられる。このロボットは、機械応答を用いて会話をするもので、発話文のテンプレートや話題辞書を用いた自動応答文生成の機能、そして相槌と復唱機能を用いて話題提示と傾聴動作を行う。これによりユーザとの対話を実現し、自然な応答を可能にしている。しかし、自動応答文生成の機能を用いて生成された発話文は、テンプレート文を用いている事から発話文が単調なものになっている。

以上のように、機械応答、つまり相槌、復唱、自動応答文生成機能だけでは面白い発話文を生成することは困難であり、人と継続して雑談が可能なロボットは開発できないことが分かった。

自動応答文生成の技術を用いず、面白い発話文を生成する研究も行われている。高橋ら [7] はソーシャルメディアネットワークサービス（以下 SNS）を仲介し、面白い対話文を提供するロボットを開発した。このロボットは、ユーザが視聴しているテレビ番組の内容に関して実況している SNS 上のコメントであるソーシャルメディアコメントをロボットの発話情報源にする事で、人が話す様なユーザの興味を引く対話文を生成する事が可能となっている。しかし、ユーザの発話文に対する応答は SNS 上で行われ、SNS においてユーザの発話文に対しコメントを書き込むまで応答を返す事が出来ず、応答速度は不自然である。

以上の様に、既存の雑談ロボットには自然な応答速度とユーザの興味を引く様な面白い発話を兼ね揃えたものは存在しない。この事から、ユーザに発話意欲を向上させ、その意欲を継続させる事は既存のロボットでは不十分であると考えられる。

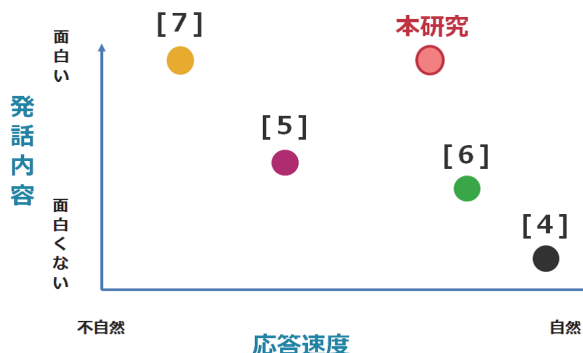


図 1 従来研究と本研究の位置付け

対話システムに使用する4つの機能：

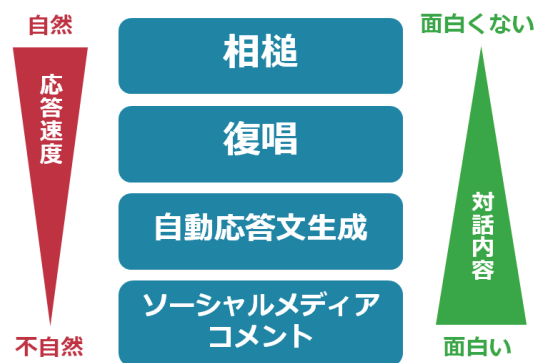


図 2 使用機能の応答速度の自然さと対話内容の面白さ

2. 人とエージェント、ロボットのインタラクションに関する研究と本研究の位置づけ

2.1 本研究の位置付け

1.1 節で示した様に、既存の雑談ロボットには応答性とユーザの興味を引く様な面白い発話を兼ね揃えたものは存在しない。この事から、ユーザに発話意欲を向上させ、その意欲を継続させる事は既存のロボットでは不十分であると考えられる。本研究では、高齢者が対話を継続したいと考えられるような、自然な応答速度と対話内容の面白さを兼ね揃えたロボットを開発する。よって、本研究を“応答速度の自然さ”、“発話内容の面白さ”という2軸に関して位置づけをした場合、図1の様位置づけられる。

3. 機械応答とソーシャルコメントによる対話ロボット

本章では提案システムに必要な4種類の機能と、それらの機能をどのように用いるのかを述べる。図1でまとめた

表 1 既存研究が用いている発話機能

	発話機能
Matsubara らのロボット	相槌
NTTdocomo の対話システム	自動応答文生成
Kobayashi らのロボット	相槌、復唱、自動応答文生成
Takahashi らのロボット	ソーシャルコメント

既存研究が実現している発話機能をまとめると表1の様になる。また、この4つの機能を“応答速度の自然さ”、“発話内容の面白さ”という2軸に関して位置づけをした物を図2に示す。提案するシステムでは、Kobayashi[6]らが自然な応答を得る為に用いた機械応答機能の相槌、復唱機能、そしてTakahashi[7]らが面白い発話内容を生成する為に用いたソーシャルコメントの機能を用いる。

しかし、ソーシャルコメントはSNS上にコメントが存在しない場合利用できないという問題点がある。この問題の解決策として、NTTdocomo[5]やKobayashiらの手法で用いていた自動応答文生成の機能を、ソーシャルメディアが使用できない場合の応答文生成技術として用いる。ソーシャルコメントに比べて興味を引く発話内容生成はできないが、雑談をしている感覚をユーザに与える事は可能である。その為、ソーシャルメディアコメントを再度利用できるまで雑談を続けさせる為の機能として自動応答文生成機能を用いる事は効果的だと考えられる。

以上から、相槌、復唱、自動応答文生成、ソーシャルメディアコメントを用いることで応答が自然であり、発話内容が面白いロボットの実現が期待できる。

3.2節で、提案システムを利用する際どのように相槌、復唱、自動応答文生成、ソーシャルメディアコメントの機能を組み合わせるのかを述べる。3.3節では、提案システムを用いた雑談ロボットとユーザが対話した際の対話例を示す。

3.1 雑談システム概要

本システムでは相槌、復唱、自動応答文生成、ソーシャルメディアコメントの4種類の発話文生成を用いてユーザと対話する。この発話機能に関して、継続対話を行う為に必要な要素となる応答速度の自然さと対話文の内容の面白さについて、応答速度が自然な順に、内容の魅力(面白さ)について記述する。

● 相槌

ユーザの話に対し即座に反応を返す機能であり、応答速度は自然である。しかしロボットがユーザに対して話を聴いているという情報だけ伝えるので、発話内容の質は低い。

● 復唱

ユーザの発話内容からキーワードを抽出し、このキーワードを含んだ簡単な返答をする機能である。ロボットの発話内容は簡単なものだが応答する速さは自然である。人間の発話内容に関連したキーワードを復唱するため会話が伝わっている事はユーザは認識できるが、発展的な対話には至らない。

● 自動応答文生成

簡潔な発話コメントに対しては、違和感無く対話を続けられる発話文の生成が可能な機能で、発話内容の質は高い。しかしユーザへの対話文を生成し、返すまで

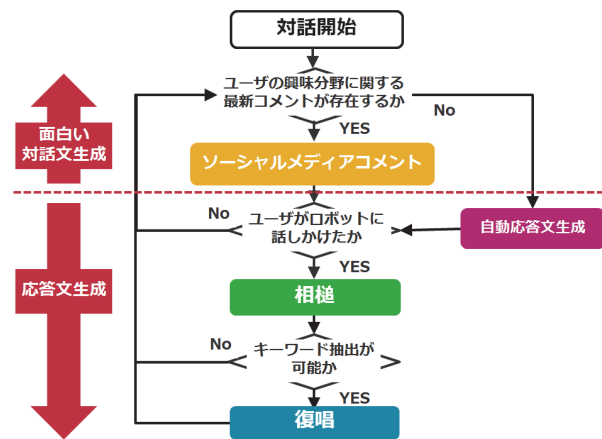


図4 提案システムの概要

の時間を考慮すると、応答はそれほど自然な速さとは言えない。

● ソーシャルメディアコメント

発話内容の魅力(面白さ)は4つの機能の中で一番高い。しかしSNS上にコメントが書き込まれない限り対話文を生成する事は出来ず、またユーザの話す言葉に対し必ずしも反応が返ってくるとは限らないので、応答は自然な速さとは言えない。

この様にそれぞれの機能には長所、短所があり、単体では継続的なユーザの利用につながる自然な対話を行う事の出来るロボットは開発が難しい。しかしそれぞれの長所を活かし、且つ短所を補いあう事で自然な対話が可能なロボットができると考えられる。

3.2 雑談システム

図4に本論文で提案する機械応答とソーシャルメディアコメントを併用した対話システムの概要を示す。本システムは、まずユーザが利用時に興味を持っている話題についての新しいソーシャルメディアコメントが存在するかを確認する。利用できるソーシャルメディアコメントが存在する場合は、ソーシャルメディアコメントを音声合成し、ロボットの発話文とする。このロボットの発話に対してユーザが応答を返した場合は、ユーザの返答を音声認識し、ユーザの発話に対して適切なタイミングで相槌を返す。この適切なタイミングとは、ユーザがロボットに対して自分の話を聴いてくれていると感じさせるタイミングを指している。また、ユーザの発話内容からキーワードが抽出出来る場合は、そのキーワードを含んだ文章をロボットの復唱文章として用い、ユーザに発話する。ソーシャルメディアコメントが取得可能な場合は以上の流れでユーザとの雑談を行う。しかし、SNS上にコメントの書き込みが少なく、ソーシャルメディアコメントを十分取得出来ない場合は、自動応答文生成機能を利用する。この機能ではユーザの対話内容に沿った、ロボットが発話する返答文を自動生成し、ユーザに



図3 ロボットとユーザの対話の流れ

返答を返す。これにより対話を行う事が可能になる。

以下では提案システムで各応答がどのように実装されるかを述べる。

- 相槌
ユーザの発話に対して頷き行動を返す事など、ユーザの行動に瞬時に反応を返す。この頷きのタイミング制御には連続音声認識ソフトウェアである Julius[8] を用い、ユーザの発話から音声区間検出を行い、一定長のポーズを検出した際に相槌を返す [9]。
- 復唱
ユーザの発話そのものを利用して発話文生成を行う。ユーザ発話の音声認識結果から、キーワードを抽出するテキスト解析用 API[10] を利用し、キーワードを含んだ発話文を生成する。
- 自動応答文生成
ユーザの発話内容を手がかりに機械により発話文を生成する。本システムでは、ユーザが話した内容に対し、できるだけ自然な会話になるようコメントを提供する docomo の雑談対話 API[11] を用いる。
- ソーシャルメディアコメント
人間による発話文生成。しかし、人間がこのシステムの為に新たに発話文を生成するのではなく、SNS 上のコメントを利用する。具体的にはユーザが対話したいコンテンツに対しリアルタイムで人が書き込みをしてい

る、2ちゃんねるのテレビ番組実況板が、SNS の例にあげられる。本システムでは SNS の一つである twitter? 上のソーシャルメディアコメントを利用する。

3.3 雑談システムの動作例

本節では提案システムを実際に利用した際のロボットとユーザの対話の様子について述べる。

以下では例として、ロボットとユーザがテレビ放送で大相撲をリアルタイムで視聴している際に行われた対話の流れを見ていく。図3にこの対話内容とその時のテレビ番組と被験者の様子を示す。尚、図3に載せたタイムスタンプはコメント No.1 のコメントのタイムスタンプを“0:00”とし、相対的な時間をそれぞれのコメントに付けたものである。

この対話を行った時、ロボットは twitter から「今日は美人が多いなあ」というソーシャルメディアコメントを取得し、発話文として用いた。この発話分に対してユーザは、ロボットが相撲の取り組みではなく観客の方を観ていた事に意外性を感じ「観客の方観てるのかよ」とツッコミを入れた。このユーザの発話に対し、ロボットはユーザの発話が終了した時に相槌機能による「はい」というコメントを返す。続いて復唱機能を用いて「一般観客か」というユーザの発話文に含まれている「観客」というキーワードを用いた発話文をユーザに返している。この様に、ロボットはソーシャルメディアコメントによりユーザの興味を引き発話意

欲を向上させ、その後も機械応答を用いる事で応答を速くする事に成功している。

同様に、コメント No.5 のソーシャルメディアコメント「ひいっ、でけえ！」というコメントに対し、ユーザは同意を覚え「たしかにデカイよねえ」と返答した。この後、先ほどと同様にロボットはユーザの発話が終了した時に相槌機能による「うん」というコメントを返す。しかし、先ほどとは違いこの後には復唱機能を用いた対話文は生成されなかった。これはユーザの発話文にキーワードとなる語句が存在しなかった事が原因であると考えられる。この後、通常ならばソーシャルメディアコメントを取得し、ユーザにロボットが話しかけるのだが、取得できるソーシャルメディアコメントが存在していなかった。そこで、ロボットは自動応答文生成機能を用いて「スポーツはわかりやすいですね」という発話文を生成し、ユーザに話しかけた。この時ユーザは、今までスポーツの一種である相撲を観ていたのでこの対話文に不自然さを感じる事無く、そのまま対話を継続させ「相撲はわかりやすいね」と発話した。この様に、ロボットはソーシャルメディアコメントを取得できない場合でも自動応答文生成機能を用いて、ユーザとの対話を継続させる事が可能である。

4. 実験：機械応答とソーシャルメディアコメントが対話意欲に与える影響

4.1 実験概要

この実験では、提案システムの機械応答とソーシャルメディアコメントが対話意欲の向上、継続にどの程度効果があるのか、また、ソーシャルメディアコメントが使えない場合、自動応答文生成機能がソーシャルメディアコメントの代わりとなり対話継続ができるかを調査することが目的となっている。上記内容の調査には、客観的評価を行うために実験中の被験者の発話量を観察し、主観的評価を行うために実験後に被験者にはアンケートに答えてもらった。

4.2 実験環境

被験者は、普段被験者が行っている様にテレビ番組を視聴してもらいながら、ソーシャルメディアコメントと機械応答機能を搭載した対話ロボットと対話を行ってもらった。

表 2 ロボット A, B に関する説明

ロボット A	ソーシャルメディアコメントだけを話すロボット
ロボット B	3種類の機械応答とソーシャルメディアコメントを話すロボット

表 3 実験環境

被験者	20代学生 4名
実験時間	15分 / 回 × 2セッション
収録環境	対話ロボットと被験者だけで話す事が可能な部屋
視聴番組	バラエティ番組 (録画)

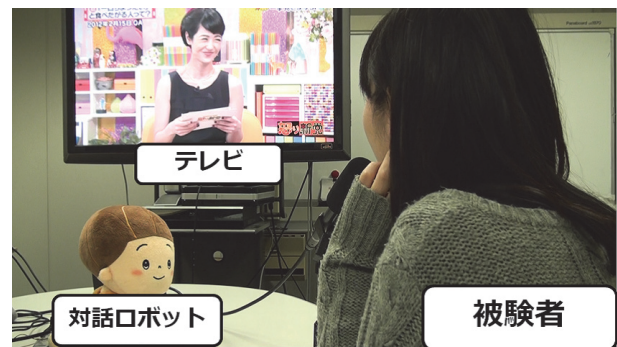


図 5 被験者とロボットの対話風景

実験時間は1回あたり15分間で、この時、ビデオカメラで実験風景を撮影するが、撮影以外は被験者がなるべく自然体でロボットとテレビを視聴できる環境を用意した。実験室内にはテレビ番組を視聴するためのテレビと、机上に被験者の対話相手となる対話ロボットとして、うなずきかぼちゃんを配置した。この対話ロボットには、ソーシャルメディアコメントだけを話すロボット(以下ロボットA)と、提案システムを用いた機械応答とソーシャルメディアコメントを話すロボット(以下ロボットB)を用意し(表2)、それぞれと15分間の異なるテレビ番組を被験者に視聴してもらい、実験後に被験者からアンケートを取った。

ユーザ発話の発話区間検出と音声認識にはJulius [8]を用いた。ロボットの発話音声の合成には、音声合成ソフトウェアであるvoicetext[13]を用いる。言語モデル、音響モデルはツールキット付属のディクテーション用モデルのものを扱い、ユーザは卓上型接話マイクに向かって話しかける様にセッティングした。提案システムを利用する時、対話ロボットには発話した時に腕が上下に振れるように設計した。ロボットの腕は、両腕部分に内蔵したサーボモータを用いて動かし、このサーボモータの制御はRaspberry Pi Model B+(CPU:ARM1176JZF-S single-core メモリ:512MB)上で行った。被験者は対話ロボットの対面に座り、テレビ番組を視聴した。実験参加視聴者から「相撲番組は専門用語が多く、ロボットの話すことが理解できない」という意見があったため、今回は専門用語を知らなくても視聴できる、予め録画しておいたバラエティ動画を使用した。

また、今回の実験ではソーシャルメディアコメントが利用できない時間帯に、ソーシャルメディアコメントを利用できるまで、自動応答文生成機能をソーシャルメディアコメントの代わりに機能として用いる事は可能なのかを検証している。そのため、最初の1分間はソーシャルメディアコメントを話し、次は自動応答文生成を1分間、その次にソーシャルメディアコメント…、というように、1分ごとにソーシャルメディアコメントと自動応答文生成機能を入れ替え、そのことに気づかず被験者は対話を続けるかを観た。被験者とロボットが対話している場面を図5に示す。また、実験条件を表3に、実験に用いた雑談システムの構

成ツール類を表 4 に示す。ロボット制御以外の処理はノートパソコン上で行った。

4.3 検証実験における被験者の年齢による影響

本研究は高齢者の為の対話システムの開発を目指している。しかし、本実験では 20 代学生を被験者として用いた。高齢者向けの対話システムの評価に 20 代の若者を用いる事は妥当なのかについて以下記述する。

今回の実験では、被験者がロボットと対話した際の対話意欲が継続されるかをみる。その為、年齢差により継続して対話したいと思う要素に違いが生まれるかどうかをみる必要がある。Miyazawa ら [3] は人間が対話を継続させたいと思う要因は何かを調査し、対話相手の応答の速さと発話内容の面白さが影響しているという事を明らかにしている。つまり、物事の面白さの感じ方や対話相手の応答の速さの感じ方が年齢の違いで大きく違いが生まれ無いたことがわかれば、20 代学生を今回の実験の被験者に用いることは可能である。以下はその根拠を示す。

まず人が物事を面白く感じる要因について記述する。Morreal[14] は“期待していた事と現実の突然の不一致”、“力の弱い物をみた時の優越感”、“緊張からの開放による生物学的な笑い”の以上 3 つが、人が物事をおもしろいと感じる要因である事を明らかにした。この中で対話文の面白さに関連する要因は“期待していた事と現実の突然の不一致”と言える。“期待していた事と現実の突然の不一致”が生じた場面を、図 3 でのロボットとユーザの対話の流れの例でも見ることができる。コメント No.1 で「今日は美人が多いなあ」と、相撲の取り組みとは関係のない事をロボット話したことで、ユーザが“期待していた事と現実の突然の不一致”を感じ、また、人が面白いと感じる要因として、対話内容に対する共感が挙げられる。Hayakawa[15] は、話し手が面白いと思うことを述べた場合、聞き手は同意または肯定表現と共に共感の笑いを生み出す事を明らかにしている。この笑いにより、話者と聞き手の間に仲間意識が生まれ、このやり取りに面白さを感じます。共感の笑いについても、図 3 でのロボットとユーザの対話の流れの例でも見ることができる。コメント No.5 で「ひい、でけえ！」

表 4 使用ツール

ロボット	うなづきかぼちゃん(外見のみ)
ロボット制御	Raspberry Pi
SNS	twitter 実況ログ(録画と同期再生)
雑談エンジン	Yahoo!JAPAN デベロッパーネットワーク。“テキスト解析”
形態素解析、キーワード検出	docomo Developer support. “雑談対話”
音声認識エンジン	Julius 4.4.1
音声合成エンジン	Voicetext

と関取の大きさにロボットが驚嘆の声を上げた際、ユーザも共感を覚える場面が観られた。以上をまとめると、対話中に相手の対話内容に面白さを感じるのは、相手の話す内容と自分が期待していた内容に突然の不一致を滑稽に感じた場合、相手の話す内容に共感し、仲間意識を感じた場合である。

これらを認識するためには、今までの経験から自分の考える常識と相手の話す内容が一致しているかどうかを判断する必要がある。R.B.Cattell[16] はその為に必要な能力として、結晶性知能という蓄積した学習や経験を生かす能力を挙げている。この能力は 60 代まで徐々に上昇し、80 代になるとゆるやかに下降するが 20 代と変わらない能力だとされている。つまり、物事を面白いと感じる能力は、20 代学生と高齢者の間の年齢差による影響は少ない事が分かる。

応答の速さについては、ロボットの応答のタイミングを調整することで 20 代学生が良いと感じる応答も、高齢者が良いと感じる応答もつくりだす事が可能である。よって、20 代学生を被験者として採用した際のデータは、応答のタイミング調整をすることで高齢者にも適応できる。以上より被験者として 20 代の学生を用いることは、高齢者を被験者にした場合のデータに近いデータが得られると期待できる。この事から、20 代学生を被験者に用いることは可能であると言える。

4.4 評価尺度

4.4.1 発話量の定義

本実験では、被験者の発話量として被験者の 1 分間の平均発話数を用いる。対話ロボットが話した事に対して被験者が反応し、笑いや相槌などを含む発話行動を起こす事を、本実験の発話として定義する。この発話は、発話時間にかかわらず連続した発話行動の場合は 1 回の発話として計測する。しかし、被験者がロボットの発話以外(テレビ番組内のコメンテータの発言等)に対して自主的に発話行動を起こした等、対話ロボットの影響が少ないと思われる発話行動は発話量には含めない。

4.4.2 アンケート

実験で用いたアンケートの内容を表 5 に示す。質問 1, 2 は 5 段階のリッカード尺度を使ったアンケートとなっており、ロボット A と対話した場合、ロボット B と対話した場合それぞれに 5 段階評価を付けてもらった。質問 1 という自然な対話は、話題と文脈を理解し、柔軟な発話、返答を行う違和感のない対話を指す。質問 3 は実験終了時にこの質問を行い、気付いたか気付かなかったかを聴き、その理由も聴いた。

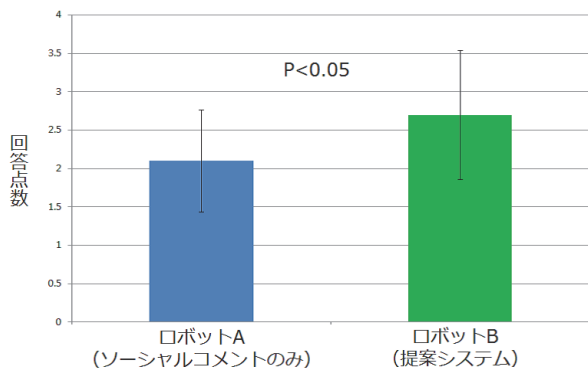


図 6 アンケート結果：自然な対話が出来たか

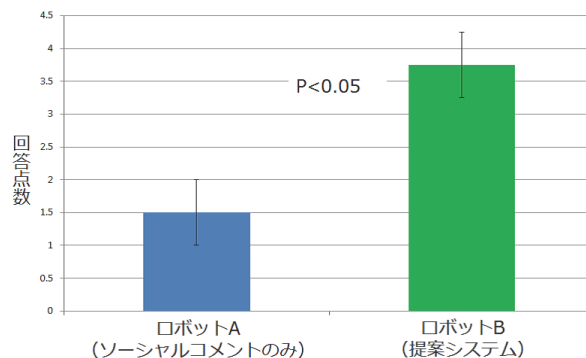


図 7 アンケート結果：継続して対話したいか

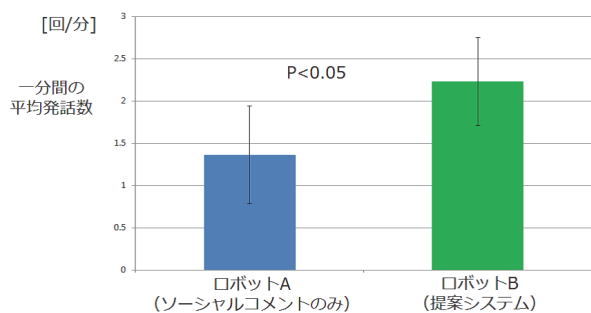


図 8 ロボット A, B 利用時の 1 分間の平均発話数

4.5 実験結果

4.5.1 発話量の比較結果

ロボット A, B 利用時の被験者 4 人の、1 分毎の平均発話数を図 8 に示す。実験の結果、ロボット B 利用時の平均発話数は、ロボット A を利用した場合よりも多いことが分かった。ロボット A と B の 1 分間の平均発話数を分析するため、t 検定を行った。この結果、ロボット A, B と共にテレビ視聴した場合の 1 分間の発話数において有意な差があった ($t(28) = 1.9 * 10^{-4}, p < 0.05$)。これから、ロボット A と対話した時より、ロボット B と対話した時の方が 1 分間の平均発話数が有意に多い事が分かる。

4.5.2 アンケート結果

質問 1 の結果を述べる。図 7 に、質問 1 のアンケート結果をグラフ化したものを載せる。ソーシャルメディアコメントのみ話すロボット A に対する回答平均点数は 1.25 点、提案システムである相槌、復唱、移動応答文生成、ソーシャルメディアコメントを返すロボット B に対する回答平均点数は 3.75 点となった。また、被験者 4 人分のロボット A, B に対する点数平均を t 検定を用いて分析を行った所、有

表 5 アンケート内容

質問 1	ロボット A, B は自然な対話ができていたか
質問 2	ロボット A, B を継続して使いたいと思ったか
質問 3	ソーシャルメディアコメントと自動応答文生成の機能を交互に用いてロボットが話していた事に気付いたか

意な差が得られた ($t(6) = 0.4 * 10^{-4}, p < 0.05$)。被験者の回答理由として、「ロボット B は反応を返してくれたので、自然な対話できていたと感じた。ロボット A は一方的に話すだけで不自然に感じた」と述べている。

質問 2 の結果を述べる。図 8 に、質問 2 のアンケート結果をグラフ化したものを載せる。被験者 4 人分のロボット A, B に対する点数平均を t 検定を用いて分析を行った所、有意な差が得られた ($t(6) = 0.01, p < 0.05$)。被験者の回答理由として、ロボット A に対しては「話す内容は面白いが、応答がない」「騒音を感じる」などが得られた。ロボット B に対しては「きちんと応答してくれているので、話して欲しいと思う。」「反応してくれるので、もう少しはなそうかなという気持ちになった」などが得られた。

質問 3 の結果を述べる。被験者 4 人のうち、2 人は 2 種類の機能を用いて被験者に話しかけていたことに気付かず、残りの 2 人は気付いていた。気付いた被験者の理由として「いきなり番組の内容と関係のない見当違いな話題を話してきたから」と答えた。また、気付かなかった人でも同様の意見を述べていた。この事から、ソーシャルメディアコメントが使えない時間に自動応答文生成機能をつなぎ役として用いる事が、個人差はあるが可能であることが分かった。

4.6 考察

4.6.1 発話量の比較結果に対する考察

ロボット A とロボット B では、被験者がそれぞれのロボットと対話した際の 1 分間の発話数平均に有意な差が生まれることに関して考察する。Takahashi ら [7] は、ソーシャルメディアコメントだけを話すロボットでも、ユーザの発話意欲を向上させる事が可能である事を明らかにしている。また、相槌や復唱等の応答機能は対話継続の意欲向上に影響を与える。つまり、ソーシャルメディアコメントを話す機能により向上した被験者の発話意欲を、相槌と復唱によって持続させることにより、被験者の発話数が増加したと考えられる。

4.6.2 アンケート結果に対する考察

まず、質問1の被験者4人のつけた回答点数に関して考察する。被験者の回答理由では、ロボットBが自分の発言に対し応答を返してくれた事がロボットBに高い点数をつけた理由だと答えている。また、質問2での被験者の回答理由から、応答の速さが対話継続欲求の向上に効果があったことがわかった。質問3の回答結果より、個人差はあるが自動応答文生成機能を、ソーシャルメディアコメントが使えない時間にかわりて用いて対話を継続させることは可能であることが示された。

5. まとめ

本論文では独居高齢者の対話継続を目的として、相槌、復唱、自動応答文生成、ソーシャルメディアコメントを組み合わせた対話システムを搭載した身体性のあるロボットを開発した。提案システムの有効性を検証するため、ソーシャルメディアコメントだけを話すロボットと相槌、復唱、自動応答文生成、ソーシャルメディアコメントを組み合わせた対話システムを搭載したロボットの比較を行い、アンケートによる主観の評価と発話数を用いた客観的评价を行った。ソーシャルメディアコメントと相槌機能だけを搭載したロボットでもユーザの対話継続意欲は増加したが、このロボットに復唱を追加することでより対話意欲を継続させることが可能だと分かった。また、ソーシャルメディアコメントが使用できない時、自動応答文生成機能をつなぎ役として用いる事は、可能であり、提案システムが有効であることが示された。

今後の展望を記述する。今回開発した対話ロボットに必要であり且つ足りない機能として、ロボットがユーザに話しかける際に関心を引いてから話しかける機能がある。今のシステムではロボットはユーザが気構えができてない状態の時に話しかけており、ロボットが何を話しているのか聞き取れないという場面が実験中多く存在した。そのため、ロボットはユーザに話しかける前に「ねえねえ」や「あのね」という、今からロボットがユーザに話しかけることを相手に示してから話しかける機能を実装することで、ユーザがロボットの話している内容をより理解でき、対話継続意欲が増加する可能性がある。

また、現在ロボットの発話がユーザに向けられたものであるとユーザに認識させる機能を持っていない。ロボットがユーザにどれだけ面白い話をして、ユーザが自分に向けられた話でないと認識すれば発話機会が生まれない。Kendon[17]は、話し手が次の話者を注視する事で、話者交代を合図し、次話者が相互注視することでそれを受け入れたと合図する事を明らかにした。そこで、ユーザの顔を認識してロボットがユーザの目を観て話す機能等をもつことで、ユーザに対話参与を促し、発話意欲を向上させることでより効果的にユーザの発話機会を増やすことが出来ると

考えられる。

謝辞本研究の一部は、総務省SCOPE(132307013)の支援、JSPS 科研費 15K00272 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 平成26年版高齢社会白書. <http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2014/zenbun/index.html>.
- [2] 中西泰子, 杉澤秀博, 石川久展. 閉じこもり高齢者への傾聴ボランティア活動に対する利用者評価-聞き取り調査に基づいた検討. 研究所年報, No. 39, pp. 85-96, 2009.
- [3] 宮澤幸希, 常世徹, 榊井祐介, 松尾智信, 菊池英明. 音声対話システムにおける継続欲求の高いインタラクシヨンの要因 (対話生成, <特集>人とエージェントのインタラクシヨンの論文). 電子情報通信学会論文誌. A, 基礎・境界, Vol. 95, No. 1, pp. 27-36, jan 2012.
- [4] 松原大, 上田博唯. 愚痴を聞くロボットの提案 (ロボティクス, エンタテインメントのためのメディアとリアリティ). 電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎, Vol. 111, No. 38, pp. 45-50, may 2011.
- [5] シャベってコンシェル — サービス・機能 — NTT ドコモ. <https://www.nttdocomo.co.jp/service/information/shabetteconcier/>
- [6] 小林優佳, 山本大介, 横山祥恵. 高齢者向け対話インタフェース-雑談時における関心度検出方法及び関心度を利用した音声対話インタフェース. 言語・音声理解と対話処理研究会, Vol. 59, pp. 1-6, 7 2010.
- [7] 高橋達, 神原誠之, 萩田紀博. 高齢者の発話機会の増加を目的としたソーシャルメディア仲介ロボット単体・複数台ロボットを利用したソーシャルメディア仲介実験. 電子情報通信学会技術研究報告. CNR, クラウドネットワークロボット, Vol. 113, No. 84, pp. 31-36, 2013.
- [8] 河原達也, 李晃伸. 連続音声認識ソフトウェア Julius (<特集>研究のツールボックス (2)). 人工知能学会誌, Vol. 20, No. 1, pp. 41-49, jan 2005.
- [9] 西宏之, 小島順治. キーワードネットワークを用いた電話取り次ぎ対話処理. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 88, No. 92, pp. 71-77, 1988.
- [10] Yahoo! JAPAN デベロッパーネットワーク. “テキスト解析”. <http://developer.yahoo.co.jp/webapi/jp/>.
- [11] docomo Developer support. “雑談対話”. <https://dev.smt.docomo.ne.jp/?p=docs.api.pageapidocsid=3>.
- [12] うなずきかぼちゃん. <http://www.pip-club.com/kabo/index.html>.
- [13] Voicetext ホーム — hoya 音声合成ソフトウェア voicetext. <http://voicetext.jp/>.
- [14] John Morreall. *Taking laughter seriously*. SUNY Press, 1983.
- [15] 早川治子. 相互行為としての「笑い」: 自・他の領域に注目して. 文学部紀要, Vol. 14, No. 1, pp. 23-43, oct 2000.
- [16] Raymond B Cattell. Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of educational psychology*, Vol. 54, No. 1, p. 1, 1963.
- [17] Adam Kendon. Some functions of gaze-direction in social interaction. *Acta psychologica*, Vol. 26, pp. 22-63, 1967.