

# 2体のエージェントが相補的ユーモア発言 を行うインタラクションモデルの研究

令和5年度 博士学位請求論文

日本大学大学院 総合基礎科学研究科  
地球情報数理科学専攻 宮田研究室

呉 健朗

# 概要

本研究では、対話型エージェントに対する親しみやすさと対話継続意欲の向上を目的とし、ユーザとの対話中に2体のエージェントが相補的にユーモア発言を行うインタラクションモデルの提案を行った。加えて、提案モデルを具体化して実装したシステムを用いて、ユーザがエージェントのユーモア発言にユーモアを感じられるか、ユーザのエージェントに対する親しみやすさと対話継続意欲が向上するか検証を行った。

古来より人々はコミュニケーションを繰り返すことで信頼関係を構築し、困難を乗り越えてきた。インターネットの普及によりコミュニケーションを行う方法は多様化され、さらに多くの人々とコミュニケーションを通して助け合うことが容易になった。しかし、互いのスケジュールの都合や、抱えている問題の種類によっては常に他者の手を借りられるとは限らない。このような背景より、現代においては、時空間の制約を受けずに専門的知識を提供可能な対話型エージェントとコミュニケーションを行うシーンも我々の生活に浸透し始めている。しかし、現在の対話型エージェントの発言が機械的であることから、人々はエージェントに親しみを感じにくいと考えられる。このため、団欒・介護などの相手への親しみやすさが重要なシーンへの導入が困難である。このような問題を解決するために、人がエージェントに抱く親しみの向上を目指す研究が数多く行われている。

人同士のコミュニケーションに関する研究において、“ユーモア”が心理学的観点で互いの親和的な関係の形成に欠かせないとされている。このことから、エージェントにユーモア性を持たせる手法に着目する。既存手法では、エージェントにユーモア性を持たせることでユーザがエージェントに親しみを感じやすくなる効果が確認されている。しかし、ユーザとの対話シーンに既存手法を適用することを考えると、事前準備、双方向性、話題保持の観点で問題を抱えている。事前準備の観点において、ユーモア表現の提示に台本を必要とする手法は、膨大な数の会話パターンに対応するための台本を準備するために甚大な労力が必要となる問題がある。双方向性の観点において、言語モデルを活用してユーザの発言から大喜利などを生成する手法は、一方的にユーモアを披露するような日常的なコミュニケーションの型から外れたものであるため、ユーザとの双方向コミュニケーションを行うシーンに適用できない問題がある。話題保持の観点において、ユーザとの双方向コミュニケーション中にユーモア発言を行う手法は、エージェントのユーモア発言が会話中の話題をそらしてしまうため、話題保持のためにユーザが会話の流れを修正しなければいけない問題がある。

上記の問題を踏まえ、本研究では日本で広く定着しており、かつ、対話形式でユーモア表現を行う漫才に着目し、ユーザとの対話中に動的に生成したユーモア表現を2体の対話型エージェントが役割分担して行うインタラクションモデルを提案する。提案モデルを具体化した上で実装したシステムでは、ユーザの発言に対してユーモア発言を行うボケエージェントと、ボケエージェントのユーモア発言への指摘・会話の流れの修正を行うツッコミエージェントに役割が分担された2体のエージェントを用いる。この役割分担により、ボケエージェントのユーモア発言により話の腰が折られても、ユーザの代わりにツッコミ

エージェントがボケを指摘しつつ、会話の流れを修正できる。ボケエージェントは、漫才のボケ役がしばしば用いる“聞き間違えボケ”の再現を狙い、ユーザの発言中の単語をその単語から意味が遠く、発音が近く、認知度が高い別の単語に聞き間違えて聞き返すようなユーモア発言を行う。これに対してツッコミエージェントは、漫才のツッコミ役がよく行う、“ボケ役のボケの意味を咀嚼して言い換えるツッコミ”や、“ノリツッコミ”の再現を狙い、ユーザ・ボケエージェントの発言中の単語の同義語や、単語から想起できる動作表現を用いて指摘を行う。

プロトタイプシステムを用いた検証の結果、(1)ボケエージェントが、まるで人が発言を聞き間違えをしたかのようなボケを行うことで、ユーザのエージェントに対するユーモア・親しみの感じやすさが向上すること、(2)特に、ボケエージェントが発言を聞き間違えるボケを高音で行うことでユーザのエージェントに対するユーモア・親しみややすさが向上する可能性があること、(3)ボケ役・ツッコミ役に役割分担された2体のエージェントをユーザとの対話に用いることで、ユーザはエージェントらにユーモア・親しみを感じやすく、対話継続意欲が維持されやすくなることがそれぞれ明らかになった。これらの結果は、人がエージェントに親しみを感じやすくさせる手法として、ユーザとの対話中に動的に生成したユーモア表現を2体の対話型エージェントが役割分担して行うインタラクションモデルが有効であることを示している。これらのことから、本研究は人とエージェントが共生し、共に笑い、助け合うような社会の実現に寄与しうるものであると考えられる。

# 目次

<b>第1章 序論</b>	<b>1</b>
1.1 研究の背景と目的	2
1.2 研究の概要	2
1.3 本論文の構成	3
<b>第2章 エージェントの定義と活用事例</b>	<b>5</b>
2.1 エージェントとは	6
2.2 エージェントに親しみを感じさせるための研究事例	8
2.2.1 エージェントにユーモア表現を行わせる研究事例	9
2.2.2 共感表現をエージェントに行わせる研究事例	13
2.2.3 エージェントにユーザの模倣を行わせる研究事例	14
2.2.4 その他のエージェントの親しみやすさを向上させる研究事例	15
2.3 音声表現とエージェントに関する研究事例	16
<b>第3章 漫才に基づくユーモア発言を行う対話型エージェント</b>	<b>18</b>
3.1 ユーモアを用いてエージェントを人に受け入れやすくする研究事例の問題点	20
3.2 漫才に基づくユーモア発言を行う対話型エージェントの提案	23
3.2.1 漫才とは	23
3.2.2 漫才に基づくユーモア発言を行う対話型エージェントの提案	24
<b>第4章 ボケて返す対話型エージェントの研究</b>	<b>26</b>
4.1 ボケて返す対話型エージェントの提案	27
4.2 ボケて返す対話型エージェントの構築	29
4.2.1 事前準備	29
4.2.2 ボケの生成	31
4.2.3 置換元単語の決定	31
4.2.4 ボケ単語の決定	33
4.2.5 ボケの生成	37
4.3 実験デザイン	38
4.4 実験1：ボケ生成アルゴリズムの検証	39
4.4.1 実験条件	40
4.4.2 実験の手順	40
4.4.3 実験結果	41

---

4.4.4	M1の考察	43
4.4.5	M2の考察	45
4.4.6	M3の考察	45
4.5	実験2:ボケて返す対話型エージェントの検証	46
4.5.1	実験の目的	46
4.5.2	実験条件	46
4.5.3	実験の手順	47
4.5.4	実験2の結果・考察	47
4.6	実験3:トピックを考慮してボケる対話型エージェントに関する検証	50
4.6.1	実験条件	50
4.6.2	実験の手順	51
4.6.3	実験結果・考察	52
4.7	実験4:ボケて返す対話型エージェントの韻律的特徴に関する検証	57
4.7.1	実験準備	57
4.7.2	実験条件・手順	58
4.7.3	実験結果・考察	59
4.8	結論	60
<b>第5章</b>	<b>複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システムの研究</b>	<b>64</b>
5.1	複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システムの提案	65
5.2	複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システムの構築	67
5.2.1	シンプルツッコミの生成	68
5.2.2	言い換えツッコミの生成	68
5.2.3	ノリツッコミの生成	71
5.3	実験デザイン	73
5.4	実験1:複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システムの検証	74
5.4.1	実験環境および実験条件	74
5.4.2	実験の手順	74
5.4.3	実験結果・考察	76
5.5	実験2:複数のツッコミ手法によるユーモア生成効果の検証	81
5.5.1	実験環境および実験条件	81
5.5.2	実験の手順	82
5.5.3	実験結果・考察	83
5.6	実験3:複数対話型エージェント長期間利用時のユーモア生成効果の検証	86
5.6.1	実験環境および実験条件	86
5.6.2	実験手順	88
5.6.3	実験結果・考察	88
5.7	結論	90

---

第 6 章 結論	100
謝辭	105
参考文献	108
研究業績	116

# 目次

2.1	本研究の位置づけ	8
3.1	特定の発言に対応する静的なユーモア表現を行う手法	22
3.2	規定のシナリオに沿ってユーモア表現を行う手法	22
3.3	コミュニケーション中に動的に生成したユーモア表現を行う手法	22
3.4	2体のエージェントが相補的にユーモア発言を行う手法	25
3.5	本研究の研究対象	25
4.1	発言中のトピック表す単語を利用してユーモア表現を行う手法	28
4.2	事前準備	32
4.3	読み方辞書	32
4.4	ユーザの入力からボケを生成するまでのフロー	32
4.5	実験1 Q1: 返答にユーモアを感じたか (N=15)	43
4.6	実験1 Q2: 返答に意外性を感じたか (N=15)	43
4.7	実験1 Q3: ボケに納得感を感じたか (N=15)	44
4.8	実験1 Q4: 親しみを感じたか (N=15)	44
4.9	実験2 Q1: 返答にユーモアを感じたか (N=12)	49
4.10	実験2 Q2: 返答に人間味を感じたか (N=12)	49
4.11	実験2 Q3: 親しみを感じたか (N=12)	49
4.12	実験3 Q1: 出力された返答にユーモアを感じたか (N=14)	56
4.13	実験3 Q2: 出力された返答は意外だと感じたか (N=14)	56
4.14	実験3 Q3: エージェントがボケていると認識できたと感じたか (N=14)	56
4.15	実験3 Q4: エージェントに親しみを感じたか (N=14)	56
4.16	実験4 Q1: 出力された返答にユーモアを感じましたか (N=10)	61
4.17	実験4 Q2: エージェントに親しみを感じましたか (N=10)	61
4.18	実験4 Q3: エージェントと会話を続けたいと思いましたか (N=10)	62
5.1	システムの全体像	68
5.2	漫才生成部の全体図	68
5.3	実験1 Q1 への回答 (N=12)	80
5.4	実験1 Q2 への回答 (N=12)	80
5.5	実験1 Q3 への回答 (N=12)	80

---

5.6	実験1 Q4 への回答 (N=12) . . . . .	81
5.7	Q5 への回答 (N=12) . . . . .	81
5.8	実験2 Q1 への回答 (N=10) . . . . .	85
5.9	実験2 Q2 への回答 (N=10) . . . . .	85
5.10	実験で用いたチャットシステム . . . . .	88
5.11	実験3 Q1-1: 青色エージェントの発言にユーモアを感じましたか (N=12)	91
5.12	実験3 Q1-2: オレンジエージェントの発言にユーモアを感じましたか (N=12)	92
5.13	実験3 Q1-3: 青色とオレンジの2体のエージェントの発言にユーモアを感じましたか (N=12) . . . . .	93
5.14	実験3 Q2-1: 青色エージェントに親しみを感じましたか (N=12) . . . . .	94
5.15	実験3 Q2-2: オレンジエージェントに親しみを感じましたか (N=12) . . . . .	95
5.16	実験3 Q2-3: 青色とオレンジの2体のエージェントに親しみを感じましたか (N=12) . . . . .	96
5.17	実験3 Q3: 青色とオレンジの2体のエージェントとの会話を続けようと思いましたか (N=12) . . . . .	97



# 表 目 次

4.1	置換元単語に対するボケ単語候補数 . . . . .	31
4.2	入力文と抽出されたトピック単語 ( $s_t$ ) . . . . .	33
4.3	$s_s$ が高い単語・低い単語の例 . . . . .	34
4.4	$s_p$ が高い・低い単語の例 . . . . .	36
4.5	出現回数が多い・少ない単語の例 . . . . .	37
4.6	実験 1: 実験協力者への質問一覧 . . . . .	41
4.7	各パターンの出力例 . . . . .	42
4.8	実験 2: 実験協力者への質問一覧 . . . . .	48
4.9	実験 3: 実験協力者への質問一覧 . . . . .	52
4.10	実験 3 $s_s, s_p, s_r$ とユーモアの感じやすさの相関関係 . . . . .	57
4.11	実験 3 $s_s, s_p, s_r$ と親しみの感じやすさの相関関係 . . . . .	57
4.12	韻律の速さ・高さの組み合わせの異なる全ての条件 . . . . .	58
4.13	実験 4: 実験協力者への質問一覧 . . . . .	59
4.14	実験 4 各質問の 5 以上の回答の割合 (N=10) . . . . .	61
5.1	実験協力者への質問一覧 . . . . .	76
5.2	仮説・方式・質問の対応表 . . . . .	76
5.3	実験協力者への質問一覧 . . . . .	83
5.4	実験協力者への質問一覧 . . . . .	89
5.5	ボケ・各種ツッコミの生成時間 . . . . .	89

# 第1章 序論

## 1.1 研究の背景と目的

古来より人々はコミュニケーションを繰り返すことで信頼関係を構築し、困難を乗り越えてきた。インターネットの普及によりコミュニケーションを行う方法は多様化され、さらに多くの人々とコミュニケーションを通して助け合うことが容易になった。しかし、互いのスケジュールの都合や、抱えている問題の種類によっては常に他者の手を借りられるとは限らない。このような背景より、現代においては、時空間の制約を受けずに専門的知識を提供可能な対話型エージェントとコミュニケーションを行うシーンが我々の生活に浸透し始めている。

しかし、現在の対話型エージェントの発言が機械的であることから、人々はエージェントに親しみを感じにくいと考えられる。例えばエージェントが常に堅苦しい話を行うと、ユーザはエージェントに親しみを感じられず、エージェントを受け入れられなくなるだろう。あるいは、エージェントが会話中に冗談一つ言わず、生真面目な返答を行うばかりでは、ユーザはエージェントと対話を継続したいと感じられないだろう。

既存手法では、エージェントにユーモア性を持たせることでユーザがエージェントに親しみを感じやすくなる効果が確認されている。しかし、ユーザとの対話シーンに既存手法を適用することを考えると、事前準備、双方向性、話題保持の観点で問題を抱えている。事前準備の観点において、ユーモア表現の提示に台本を必要とする手法は、膨大な数の会話パターンに対応するための台本を準備するために甚大な労力が必要となる問題がある。双方向性の観点において、言語モデルを活用してユーザの発言から大喜利などを生成する手法は、一方的にユーモアを披露するような日常的なコミュニケーションの型から外れたものであるため、ユーザとの双方向コミュニケーションを行うシーンに適用できない問題がある。話題保持の観点において、ユーザとの双方向コミュニケーション中にユーモア発言を行う手法は、エージェントのユーモア発言が会話中の話題をそらしてしまうため、話題保持のためにユーザが会話の流れを修正しなければいけない問題がある。

## 1.2 研究の概要

ユーザとエージェントが双方向コミュニケーションを行う際に、エージェントがユーモア表現を行えるようになれば、ユーザはエージェントに親しみを感じやすくなると考えられる。しかし上述のとおり、既存のユーモア生成手法は、事前準備、双方向性、話題保持の観点で問題を抱えており、エージェントがユーザと対話する際にユーモア表現を行うことが困難である。そこで本研究では、日本で広く定着しており、かつ、対話形式でユーモア表現を行う漫才を参考に、ユーザとの双方向コミュニケーションに動的に生成したユーモア表現を2体の対話型エージェントが役割分担して行うインタラクション手法を提案する。提案手法では、ユーザの発言に対してユーモア発言を行うボケエージェントと、ボケエージェントのユーモア発言への指摘・会話の流れの修正を行うツッコミエージェントに役割が分担された2体のエージェントを用いる。この役割分担により、ボケエージェントのユーモア発言により話の腰が折られても、ユーザの代わりにツッコミエージェント

がボケを指摘しつつ、会話の流れを修正できる。これにより、対話シーンに既存手法を適用する場合に存在した、事前準備、双方向性、話題保持の問題の解消が期待できる。提案モデルを具体化して作成したシステムでは、ボケエージェントは、漫才のボケ役がしばしば用いる“聞き間違えボケ”の再現を狙い、ユーザの発言中の単語をその単語から意味が遠く、発音が近く、認知度が高い別の単語に聞き間違えて聞き返すようなユーモア発言を行う。これに対してツッコミエージェントは、漫才のツッコミ役がよく行う、“ボケ役のボケの意味を咀嚼して言い換えるツッコミ”や、“ノリツッコミ”の再現を狙い、ユーザ・ボケエージェントの発言中の単語の同義語や、単語から想起できる動作表現を用いて指摘を行う。その後、ユーザの発言に対して、発言の文脈に合うような返答をすることでユーザとの対話の話題を保持する。

構築したシステムでは、実際に行われている漫才や、ユーモアの生起過程に関する心理学的モデルとして多く採用されている不適合-解決モデル [1, 2, 3, 4] を利用したボケ・ツッコミを生成するようにしている。

本研究はユーザの日常生活シーンで対話を行うエージェントへの導入を想定している。このため、エージェントを継続的に利用しても、エージェントに対して感じる親しみやすさが損なわれないか確認する必要がある。そこで本研究では、実際にユーザに提案手法を用いるエージェントらと複数日間に渡って対話を行ってもらい、ユーザのエージェントらに対して感じる親しみやすさについて検証を行った。

さらに本提案方式におけるエージェントらの発言の起点になるボケについては、ユーザがエージェントに親しみを感じやすくするためにはどのようにボケを提示すればよいかまで掘り下げて検証を行う。具体的には、人は話者の発話速度と声の高さによって話者への印象が変化することが明らかになっている [5] ことに着目し、ボケエージェントがボケを行う際の音の速さ・高さの違いがユーザのエージェントへの印象にどのような影響を与えるのか検証を行った。

### 1.3 本論文の構成

本論文の構成は次のとおりである。

2章では、本研究の対象である対話型エージェントについて述べる。対話型エージェントの用途と定義についてまとめる。本研究と同様に、ユーザが対話型エージェントに対して親しみを感じやすくする手法の紹介を行う。そして、対話型エージェントが音声で発話をする際の発話特性がユーザにどのような影響を与えるのかを調査した研究について紹介を行う。

3章では、エージェントにユーモア表現を行わせてユーザがエージェントに親しみを感じやすくさせる既存手法の問題点を明確化し、ユーザとの双方向コミュニケーションに動的に生成したユーモア表現を2体の対話型エージェントが役割分担して行うインタラクション手法の提案を行う。

以降、4章、5章では、提案手法をモデル化・具体化した上で実装・検証を行う。

4章では、提案手法におけるボケエージェントの具体化と実装方法について論じる。続いて、構築したシステムによって生成されたボケを行うエージェントに対し、ユーザが親しみを感じることができるか検証を行う。さらに、生成されたボケを行う際の韻律的特徴の違いがユーザのエージェントへの親しみの感じやすさにどのような影響を与えるのか検証を行う。

5章では、提案モデルにおけるツッコミエージェントの具体化と実装方法について論じる。続いて、ユーザとの対話時に2体のエージェントを用いること、ボケとツッコミに役割分担させることが、ユーザのエージェントらへの親しみの感じやすさに与える影響について検証する。さらに、ユーザがボケ・ツッコミの2体のエージェントと複数日間対話した際のエージェントらへの親しみの感じやすさに与える影響についても検証する。

最後に6章にて、本論文の結論を述べる。

## 第2章 エージェントの定義と活用事例

本研究はユーザのエージェントへの親しみやすさを、エージェントとのコミュニケーションを通じて向上させられるようにすることを目指すものである。ユーザにとってエージェントを親しみやすくする手法は多角的な視点で研究されており、本章ではこれらの事例について紹介する。さらに、ユーザとエージェントのコミュニケーション方法は、テキストによる入出力だけでなく、音声による入出力も一般的な手法である。このため、エージェントの出力する音声特徴と、ユーザのエージェントへの印象について調査した研究についても紹介を行う。以降、2.1節では、本研究におけるエージェントの定義について説明する。2.2節では、エージェントに親しみを感じやすくさせる先行研究について説明する。2.3節では、エージェントの音声表現に関する調査を行った先行研究について説明する。

## 2.1 エージェントとは

人工知能に関する国内外の学術会議などで多様に使われるエージェントという単語に関する定義は未だ確立されておらず、様々な観点からの捉え方が存在する。石田ら [6] は用法に応じて、エージェントを次のように大別している。

### [概念レベルの用法]

- (1) 自律知能を目指す用法
  - (a) Autonomous agent : 各自の意思決定原理機構に基づき動作する。自律性を強調する場合に用いられる。
  - (b) Intelligent agent : 例えば心的状態（メンタルステート）を持ち、問題解決や学習機能を有する。知性を強調する場合に用いられる。
- (2) 分散知能を目指す用法
  - (a) Society of mind : 知性を実現する機能単位をエージェントと呼ぶ。脳と心の働きが特殊化された機能単位の相互作用で生じると考える。
  - (b) Multi agent : 個々の機能ではなく、協調や交渉などの相互作用を研究対象とする。エージェントは相互作用を生じさせる基本単位を表す。

### [応用レベルの用法]

- (1) Software agent : ネットワーク内に存在する自律的なソフトウェアの総称を表す。利用者の電子秘書（代理プログラム）として働く、あるいはネットワーク内でプログラム間の仲介を行う。Network agent と呼ばれることもある。
- (2) Interface agent : 計算機の新たな利用者インタフェースを表す。利用者とのコミュニケーションするソフトウェアがエージェントと呼ばれる。表情を持つなど擬人化されたものも多い。

- (3) Believable agent：迫真性を備えたエージェントを表す。情感を持ち（持つように感じられ）、通常のソフトウェアを超えた存在感を有する。

#### [実装レベルの用法]

- (1) Agent oriented programming：プログラム方法論、および言語。オブジェクト指向の発展型としてエージェント指向を考える。
- (2) Mobile agent：ネットワーク内を自由に動き回る機動性を有し、利用者に必要な情報を収集する。
- (3) Telescript agent：General Magic 社の提供するスクリプト言語およびプロトコルネットワークを通じて送出され遠隔ホスト上で動作するプログラム（遠隔プログラミング）がエージェントと呼ばれる。

従来のネットワーク内でプログラム間の仲介を行うエージェントだけでなく、利用者と対話形式でコミュニケーションするエージェントが登場している。このようなエージェントは1966年にルールベースの応答生成システムであるELIZA[7]などが登場し、自然言語処理技術の発展と共に徐々に進化を遂げ続けている。インターネットの普及により、対話型エージェントはELIZAが登場した際に活用先と考えられていたカウンセリングや心療内科という領域を超え、情報検索やオンラインサービスのアシスタントとしての役割を果たすようになる。近年ではスマートフォンやスマートスピーカーの登場により、対話型エージェントは人々の日常生活により密着したアシスタントとしての役割を担うようになった。このようなエージェントの役割の拡大により、人々の産業面にも影響を与えるようになってきている[8, 9]。例えば、スーパーやコンビニエンスストアのセルフレジの会計を行う際には、対話型エージェントがユーザへの対応を行っている。あるいは、オンラインショッピングのカスタマーサポートとして対話型エージェントを活用することで時間や場所の制約を受けずにユーザが案内を受けとることができる。しかし、このような対話型エージェントを活用することでユーザの利便性が向上した[10]ものの、ユーザは対話型エージェントよりも人を介してサービスを受け取ることを好む傾向が存在する[11, 12]。このため、日常生活で対話型エージェントを活用することを受け入れやすくなるように、ユーザがエージェントに親しみを感じやすくさせる手法が数多く研究されている。

本研究における対話型エージェント、インタラクションの定義は、HAI (Human Agent Interaction) の文脈において山田らが次のように提唱する内容とする[13, 14]。

#### 対話型エージェント

人間という外界とインタラクションをもつ自律システムや自律にみせかけるシステム。

#### インタラクション

いわゆる「相互作用」と訳される無味乾燥なものではなく、2つの認知主体の間でやりとりされる言語／非言語の豊かなコミュニケーション情報すべてを意味する。



## 2.2 エージェントに親しみを感じさせるための研究事例

2.1節で述べたように、様々なエージェントが登場するとともに、ユーザがエージェントに求めるものも多様化しつつある。具体的には、自身の発言に対して妥当な返答をエージェントに行ってもらうことを求めるユーザも存在すれば、多少不完全な返答でもユーモアや親しみを感じやすい話し方を求めるユーザも存在する。エージェントの研究領域についても多様化しつつあり、擬人化システムの構成によるインタラクションデザイン、人間の社会的反応の分析、医療福祉への応用など、多々のトピックが幅広く議論されている[15, 13, 16]。中でも、単なる道具としての利便性を追求するだけでなく、人とエージェントの関係性を深めることを重要とし、ユーザがエージェントと親密な関係を築きやすくする研究が多数行われている。これらの研究の多くは、人同士が親和的な関係性を築くうえで重要とされる要素を参考にしている。例えば人が他者に親しみを感じる方法として、ユーモア表現を行う[17, 18, 19]、相手に共感する[20]、相手の振る舞いを真似する[21, 22]などが存在する。本研究は、ユーモア表現を2体のエージェントで行う手法について提案するものである。本研究の位置づけを図2.1に示す。

以降の項では、人が他者に親しみを感じる手法を活用し、人のエージェントに対する親しみを向上させることを目的とする研究について紹介を行う。

		ユーザからの親しみやすさを向上させる手法				
		ユーモア		共感	模倣	その他
		披露型	対話型			
エージェント数	1体	2.2.1項 (キム)	2.2.1項 (Siri, Google Assistant, 関, 中谷, Dybala)	2.2.2項 (Maatman, 沼田, 柴田, 武田)	2.2.3項 (Luis, Wang, 板垣, 熊崎)	2.2.4項 (小倉, 藤堂, 岡田, aibo, ロボホン)
	2体以上	2.2.1項 (真下, 青木, 吉田, 竹越, 伊勢崎)	本研究		-	

図 2.1: 本研究の位置づけ

### 2.2.1 エージェントにユーモア表現を行わせる研究事例

本項では、エージェントにユーモア発言を行わせることで、ユーザがエージェントに親しみを感じやすくさせる手法について紹介する。

まず、本稿におけるユーモアの定義について説明する。学術的にユーモアは、哲学、心理学、言語学など様々な観点で研究が行われている [23]。ユーモアの生成と理解をコンピュータ上でモデル化することは、人が言語や認知全般をどのように処理しているかを解明するための重要な要素の一つであると考えられている [24]。現在、ユーモアの定義は、未だ明確なものが定められていない。本研究ではユーモアを、ユーモアを扱う研究で幅広く支持されている上野らの研究 [25] に基づき、“「おかしさ」,「おもしろさ」という心的現象を示すもの”と定義する。

エージェントがユーザにユーモア表現を行えるようにする事例・研究は数多く存在し、これらはユーザの特定の発言に対応する静的なユーモアを提示する手法、規定のシナリオに沿ってユーモアを提示する手法、ユーザとのコミュニケーション中に動的に生成したユーモア表現を行う手法に大別できると考えられる。

ユーザの特定の発言に対応する静的なユーモアを提示する手法の事例として、Siri[26] や Google Assistant[27] などの我々の日常生活中に用いられているエージェントや、キムらの研究 [28] が挙げられる。

Siri[26] や Google Assistant[27] では、ユーザの発言に対し、事前作成した辞書からその発言に結び付けられた応答文を用いて対話を行っていると考えられ、この応答文にはユーモアが含まれた文も多数ある。例えば、ユーザが“隠し事がありますか？”という発言を行うと、エージェントは、この発言に事前に結び付けられた文である“私は実は、人間ではないのです！”を用いて返答する。

キムら [28] は、2つ以上の語彙の組み合わせによって得られる語彙（複合語）が集められた辞書から駄洒落を含むなぞなぞの問答を生成し、エージェントに行わせる手法を提案している。複合語辞書の作成は著者が行っている。作成された辞書から駄洒落を含むなぞなぞの問答を生成する際には、次の処理を行っている。

**Step 1:** 複合語に関連する単語を辞書から抽出する。

**Step 2:** 複合語を構成する単語のうち、長い文字列を持つ単語を、発音の類似した別の単語に置換する。

**Step 3:** Step 2 で置換に用いた単語に関連する単語を辞書から抽出する。

**Step 4:** Step 1 と Step 3 で抽出された2つの単語をなぞなぞの問題形式のテンプレートに沿ったものになるようにあてはめる。

**Step 5:** Step 2 で生成された置換後の複合語をなぞなぞの回答形式のテンプレートに沿ったものになるようにあてはめる。

これらの処理によって生成されたなぞなぞの問答は次のようになる。

**問い:** 青い珊瑚礁は青い珊瑚礁でも、若い魚屋を何て呼ぶ？

**回答:** 青い鮮魚商

次に、規定のシナリオに沿ってユーモアを提示する手法について紹介する [29, 30, 31, 32, 33, 34].

真下, 青木ら [29, 30] は, Web ニュースから記事内の感情情報を用いて, おかしみの構造図に基づき, つかみ, 本ネタ, オチの3段構成の流れでの漫才台本を自動生成し, ロボットに行わせている. つかみでは, 挨拶を兼ねた最初の笑いと本ネタへの話題提供を行う. 具体的には, 挨拶として漫才台本生成時の月の行事に関する身近な話題の提供を行い, その後最初の笑いとして表情ボケを行っている. エージェントの表情を用いるボケ (表情ボケ) は, Web ニュースを記事内の感情表現に合わせて, あえて逆の表情にロボットがなることによってユーモアを生成する. 本ネタでは, ニュース記事の内容を読み上げてユーザに説明しながら, 同時に様々なボケを挟むことでユーモアを生成するものである. 具体的には, 感情ボケ, 言葉遊びボケ, 対立ボケ, 過剰ボケの4種類をニュース記事の1文につき最大1度行う. オチでは, ニュース記事の内容を1つのキーワードで完結に表現し, 最後にそのキーワードをお題に自動生成した謎かけでユーモアを生成している. 謎かけでは, “X とかけて Y と解く. その心は, どちらも Z (Z’) がつきものです” というテンプレートに沿って行われる. X, Y, Z, Z’ それぞれの抽出には下記の処理を行っている.

**Step 1:** ニュース記事のタイトル中に含まれる単語を任意の1つ抽出し, これを X とする.

**Step 2:** X をクエリとして Web 検索を行い, 検索結果のスニペットから共起頻度の高い単語を抽出し, これを Z とする.

**Step 3:** Z の同音異義語を小学生の国語辞典コーパスから抽出し, これを Z’ とする.

**Step 4:** Z’ をクエリとして Web 検索を行い, 検索結果のスニペットから共起頻度の高い単語を抽出し, これを Y とする.

吉田, 竹越ら [31, 32, 33] は, 漫才形式の対話文の自動生成システムを提案している. 入力された文章から単語を選び, それを音の近い単語や, その単語が修飾している句につながる別の単語に置換し, ボケを生成している. 具体的には, まず入力文中の名詞となる単語を抽出する. その後, 抽出された名詞単語それぞれについて, Google N-gram [35] を用いて出現頻度を取得し, 一定閾値以上となった単語からランダム選択された単語を置換元単語とする. 次に, 置換元単語から置換するボケ単語を選定する. ボケ単語の選定には, 事前に準備した辞書内から音の近い単語を抽出する方法, 置換元単語を構成する文字を入れ替えて単語を生成する方法, 文解析で取得した係受け関係を用いる方法の3種類を用いている. ボケに対する否定を行う説明ツッコミや, ボケの内容を例える例えツッコミの生成も行っている. 説明ツッコミについては, ボケ生成時に使用した置換元単語とボケ単語を事前に用意したテンプレートに当てはめることで生成している. 例えツッコミについては, Google N-gram とはてなブログ [36] のキーワードリンク機能を利用してボケ単語から連想される単語を取得し, テンプレートに当てはめることで生成している. 以上のボケとツッコミを繰り返すことによって1つの漫才台本を出力している.

伊勢崎ら [34] は、不適合理論に基づいて作成したお題と回答文データベースを基に、深層学習を用いたユーモアを生起する文選択エージェントを提案している。具体的には、不適合理論に即したお題と回答のセットの関係性を深層学習を用いて学習させ、任意のお題に対して適切な文を選択する大喜利エージェントの実装を行っている。大喜利のお題文 IS から回答文 OS を生成する際に下記の手順を行っている。

**Step 1:** Wikipedia の本文データに対して MeCab[37] を用いて単語の分かち書きを行い、Word2Vec を用いて単語空間を構築する。

**Step 2:** お題文 IS を単語に分かち書きし、助詞・助動詞を除去する。

**Step 3:** 分かち書きによって得られた各単語に対して単語空間を用いてベクトル化し、多次元から成るベクトルを得る。

**Step 4:** お笑い構成作家と筆者らによって構築された学習データベースに格納されているお題文、回答文の文ベクトル、回答文データベースに格納されている回答文の文ベクトルを用いて概念ベクトルの算出を行う。このとき、2層の Encoder と 2層の Decoder から成る LSTM で AutoEncoder の学習を行い、Encoder の部分を用いる。

**Step 5:** Encoder のモデルを用いて文ベクトルの概念ベクトル CI を得る。

**Step 6:** 学習データベースに格納されているお題文と回答文の概念ベクトルを用いて畳み込みニューラルネットによる学習を行い、お題概念ベクトルから回答文概念ベクトルを算出する。

**Step 7:** 回答文データベースの中から、推定した回答文概念ベクトル CO に近い回答文 OS を検索し選択する。

最後にコミュニケーション中に動的に生成したユーモア表現を行う手法について紹介する [38, 39, 40]。

関 [38] は、ユーザの発言の一部を聞き間違えて聞き返すようなユーモア表現を生成する対話システムを提案している。この研究ではまず、Twitter を用いて人が実際に聞き間違いが起きた用例を収集し、聞き間違えられた単語と聞き間違い先の単語それぞれの品詞・文字長・音韻などの観点で分析を行っている。分析の結果、品詞の観点において、聞き間違えられた単語は名詞または複合名詞が全体の 88.2%、聞き間違い先の単語についても名詞または複合名詞が全体の 86.2% を占めていた。文字長の観点において、聞き間違えられた単語の最大文字数は 12 文字、最小文字数は 2 文字、平均 4.77 文字であった。聞き間違い先の単語の最大文字数は 13 文字、最小文字数は 2 文字、平均 4.81 文字であった。音韻の関係の観点において、聞き間違えられた単語と聞き間違い先の単語の、先頭の文字と語尾の母音の一致率が 33.7%、先頭の母音と語尾の文字の一致率は 46.1%、先頭の文字のみの一致率は 13.1%、語尾の文字のみの一致率は 16.1% であった。この調査結果を基に、Wikipedia 日本語記事より作成した聞き間違い先の候補単語群より、次の条件のもと、ユーザの入力中の単語の聞き間違い先単語を選定した上でユーモア表現を生成している。

- ユーザ入力中の聞き間違えられる単語は 2 文字以上の名詞である。

- 聞き間違え先の単語は2文字以上の名詞である。
- 聞き間違えられる単語と、聞き間違え先の“先頭の文字と語尾の母音”，“先頭の母音と語尾の文字”，“先頭の文字のみ”，“語尾の文字のみ”のいずれかが一致する。

ユーザの入力に対して生成されたユーモア表現の例を次に示す。

- 入力：メールの見方を教えて  
出力：メイクの見方？
- 入力：留学について知りたい  
出力：牛肉について？
- 入力：履修の方法について  
出力：英雄の方法？

中谷ら [39] は、ユーザの発言に対するエージェントの返答文中の単語（置換元単語）を別の単語（置換先単語）に置換するようなダジャレを生成し、本来の返答文ではなく生成したダジャレで返答するエージェントの提案を行っている。置換元単語の選定にはまず、EDR 日本語コーパスに出現し、かつ Web 日本語 N グラムにおける Web 上での生起確率上位 5 万位までに含まれる単語を置換元候補単語群とする。次に、置換元単語  $n'$  と置換先単語  $n''$  の潜在的な意味のベクトル  $P(z|n'), P(z|n'')$  を合わせたものを特徴ベクトル、 $n'$  を  $n''$  に置き換えるダジャレが面白いか、面白くないかという 2 クラスの評価を与え、SVM で学習を行わせる。そして、エージェントの返答文を決定するとともに、置換元候補単語群から、読み仮名が置換元単語の読み仮名と前方部分一致、または後方部分一致し、単語長が置換元単語の 1.5 倍以内の単語を抽出する。最後に、抽出された置換元候補単語群内の単語のうち、PLSI (Probabilistic Latent Semantic Indexing) で算出した単語の潜在的な意味を学習させた SVM への入力として、面白いダジャレを生成させる置換先単語の選択を行わせ、選択された単語を置換先単語とする。

実際に生成されたユーモア表現の例を次に示す。

- 入力：しかし、自分で変更しない限り難易度は変わりません  
出力：しかし、自分で変更しない限り軟弱度は変わりません
- 入力：特定のタスクを実行する方法については、次の項目をクリックしてください  
出力：特売のタスクを実行する方法については、次の項目をクリックしてください
- 入力：時間制のゲームの場合は、10 秒経過するごとに 2 点減点されます  
出力：時間制のゲームの場合は、10 秒経過するごときに 2 点減点されます

Dybala ら [40] は、3 種類のエージェントを活用したユーモアを含む対話システムを提案している。この研究におけるエージェントらの役割としては、ユーモア発言を行うべきかを判断する役、ユーモア発言を行う役、ユーモア発言を行わない場合の応答を行う役の 3 種類が存在する。

ユーモア発言を行うべきかを判断する役は、ユーザの発言の感情分析を行うことで、ユーモアの実行の有無を決定する。具体的には、ユーザの発言中の単語から感情を表す単語を抽出し、その単語がポジティブ、ネガティブ、ニュートラルのどの感情を表すのかを推定する。推定された結果が、ネガティブ、ニュートラルの場合、エージェントはユーモア発言を行う。ポジティブ、あるいは感情を表す単語が抽出されなかった場合、ユーモア発言を行わない。

ユーモア発言を行う役は、ユーザの発言中の単語からダジャレを生成し、披露する。まず、ユーザの発言中の単語からその単語を読み上げる際の発音候補を取得する。次に、発音候補ごとの、同様の発音をもつひらがな単語の取得を行う。その後、取得されたそれぞれのひらがな単語を漢字に変換する。漢字変換後の単語が一般的に使用されているかを調べるために、漢字変換後の単語をクエリとして Google 検索を行い、検索結果の件数を確認する。漢字変換後の単語のうち、検索結果の件数が最も高い単語を、元のユーザの発言中の単語と組み合わせてダジャレを生成する。例えば、“この草は臭い”というダジャレが生成される。

ユーモア発言を行わない場合の返答を行う役は、ユーザの発言に対してなるべく自然な応答を行う。まず、ユーザの発言から名詞・形容詞となる単語を抽出する。抽出された単語をクエリとして Google 上でキーワード検索し、スニペットを獲得する。スニペットの中で出現・共起頻度が高い単語の抽出と、スニペットを用いて n-gram を構築する。抽出した出現・共起頻度が高い単語と構築した n-gram を用いて、応答文候補を作成する。応答文候補それぞれについて、ユーザの発言から抽出されたキーワードが含まれていることや、形容詞や動詞の終止形で終わっているなどの基準を基にスコア付けを行い、最もスコアが高い応答文候補を応答文とする。

### 2.2.2 共感表現をエージェントに行わせる研究事例

本項では共感表現をエージェントに行わせることで、ユーザがエージェントに親しみを感じやすくさせる手法について紹介する。

共感とは、人の感情的・認知的要素を含む他人の感情を感じとり、理解するという一種の性格または安定した特性であるとされている [41]。共感の種類としては、他人の状況に関する感情の共有を相手に行う感情的共感と、他人の感情的の認識と理解を行う認知的共感が存在する [42]。このような共感を通じることで、人同士の関係性が深まることが明らかになっている [20, 43]。人がエージェントに共感されたことを感じることで、エージェントに対する親しみやすさが向上することがわかっている [44]。

Maatman ら [45] は、ユーザの発言を人型の仮想空間エージェントが聞く際に、リアルタイムに首を振ったり頷いたりすることでユーザに共感を表す手法を提案している。この手法では、3D カメラトラッカーを用いて対話中の頭の振り、うなずき、視線などユーザの頭部に関する動きを取得する。そして、ここで取得された頭部の位置と脚部の関係や重心の動きを用いてユーザの姿勢の動きを推定する。エージェントとの対話時に用いるマイクからは、ピッチやラウドネスなどのユーザの音声特徴を抽出する。これらの情報をリア

ルタイムに取得しつつ、その特徴に合わせて人型の仮想空間エージェントに首振りや、頷きを行えるようにしている。提案システムを用いた検証により、ユーザがエージェントから共感してもらっていると感じやすくなるという結果が得られている。

沼田ら [46, 47] は、ユーザの感情の種類と原因に対する対話型エージェントの最適な応答の検証を行っている。具体的には、ユーザの感情として、喜び、悲しみ、怒り、驚きの4種類、その感情の原因として自分、相手、第三者の3種類を用い、これらの組み合わせに対する対話型エージェントの応答を喜び／悲しみ／怒り／驚きにした際のユーザの主体的気分の比較を行っている。検証の結果、対話エージェントの応答について、ユーザの感情が喜び、悲しみ、驚きの場合では、その原因が自分、相手、第三者のいずれの場合でもエージェントがユーザと同じ感情で返答することが適切であることを明らかにしている。さらに、怒りの感情の場合では、原因が第三者となる場合はユーザと同じ感情で返答すること、原因が自分や相手の場合では悲しみの感情表現で応答することが適切であることを明らかにしている。

柴田ら [48] は、見た目と表現方法の曖昧性が高い共感表現エージェントの提案を行っている。これは、エージェントの見た目・表現方法の曖昧性を高めることで、エージェントによるユーザの感情推定が多少不正確であっても、その感情推定に基づく共感表現をユーザが自身に都合良くエージェントが自分に共感してくれていると解釈してくれることを狙ったシステムである。この提案では、エージェントの見た目としては、曖昧性を高めるために、生物を連想させる部位を持たない抽象的・幾何学的な形状である直方体としている。エージェントの共感表現方法としては、ユーザが自身に都合よく解釈を行いやすいように、多義的な表現である動きを用いている。具体的には、右停止、左停止、左右、左右継続往復、前停止、後停止、前後1往復、前後継続往復の8種類を行えるようにしている。ラッセルの円環グラフ [49] に則り、ユーザがエージェントの動きに対して感じる感情を評価する実験の結果、前後継続往復の動きは Pleasant, Unpleasant, 左右継続往復の動きは Pleasant, 前停止の動きは Unpleasant の感情に共感表現することができる可能性があることを確認している。

武田 [50] らは、ユーザにエージェントと対話を行わせることで、ユーザのコミュニケーション不足を解消しようとする試みを行っている。一日の中の特定の時間に、エージェントからユーザの様子を加味し、共感するような内容の会話をもちかけることで、コミュニケーションを継続的に行えるように促している。エージェントは利用者の発言を受け、事前に設定されたコーパス内から対応する返答をする。このとき、利用者との過去の会話を参考にして、コーパスを更新していくことで、会話の質を高めようとしている。

### 2.2.3 エージェントにユーザの模倣を行わせる研究事例

本項では、エージェントがユーザを模倣することで、ユーザがエージェントに親しみを感じやすくさせる手法について紹介する。人は他者に模倣されることで、その他者に親しみを感じやすくなることが知られている [21, 22]。例えば、聞き手が話者と同じような姿勢を取ることで、話者が親しみを感じ、会話が弾みやすくなることがある。このような模

倣をエージェントに行わせる事例として、Luisら [51] は、人間とロボットの上半身姿勢をミラーリングした場合の効果を調査している。実験により、上半身姿勢のミラーリングはロボットと人間の社会的相互作用における親密さと共感を促進する重要な要素であることを示している。

Wangら [52] は、人型の姿勢模倣エージェントを用いてフィードバックの即時性について述べている。非言語的の即時的フィードバックは、ユーザに対してより高い親密感を誘発させることができると示唆している。板垣ら [53] は、ユーザに対してエージェントが発話テンポを同調させることにより、話者間の共感を生み出すことを検討している。熊崎ら [54] は、自分の振る舞いをデフォルメして単純な物体の振る舞いをデザインすることで、対人反応にどのような変化が生じるか検証している。ユーザの振る舞いを棒人間にデザインし、ユーザが棒人間が持つ感情を推測することで、共感することができることを示唆している。

#### 2.2.4 その他のエージェントの親しみやすさを向上させる研究事例

前述した手法以外にもエージェントに親しみを感じやすくさせる手法が研究されている。

例えば、ユーザがエージェントを利用するシーンにおいて、複数のエージェントを用いる手法が存在する。小倉ら [55] は、ユーザが1人の場合でも効果的な美術品の鑑賞を行うことができる対話型鑑賞支援システムを提案している。実験により、鑑賞や意見を促す進行役と、ユーザと同じ立場に立って感想を言う鑑賞役の2種類のエージェントを用意することで、人間による対話型鑑賞に近い話題の展開が可能であることが示唆されている。藤堂ら [56] は、ユーザ1人に対し、対話ドメインについて異なる意見を持つ2種類のエージェントを使用する対話システムを提案している。実験により対話システムは、ユーザが感じるエージェントへの親しみや、対話の雑談らしさが増すことが示されている。岡田ら [57] は、ロボットという人工物からの謝罪でも受け入れやすいように、2体のエージェントを用いて謝罪を行わせる手法を提案している。エージェントが給餌を失敗したシーンにおいて、失敗した1体のエージェントのみが謝罪するよりも、別の2対目のエージェント設け、2体で謝罪するほうがユーザからの印象が好ましくなることを確認している。さらに、2体目のエージェントが謝罪を行うだけでなく、掃除も行うことでよりユーザからの印象が好ましくなることを確認している。

人が親しみを感じやすいと思われるキャラクター性をエージェントに付与する方法も存在する。Sony 株式会社は、特定の発言に対して事前に結び付けられた動作を行うことができる犬型のロボット aibo を提供している [58, 59]。ユーザと aibo の親密度に合わせて発言に対する適切な応答精度を調整しており、必ずしも言うことを聞くわけではないという、より実際の犬に近い挙動を行えるようにしている。さらに、aibo に搭載されたカメラを利用した顔認識により、ユーザの認識と、ユーザごとの親密度の蓄積を実現している。

シャープ株式会社は小型で手軽に携帯できるモバイル型ロボット電話、ロボホンを提供している [60]。ユーザの発言に対し、情緒や愛着を感じるような対話を実現している。この際、特定の発話について一つの応答を結びつけるのではなく、ささいな気づきを緩やか



にユーザへ示すようロボホンの発話内容を変更している。具体的には、“おやすみ”というユーザ発言に対して、単に“おやすみなさい”という返答を行ったり、次の日の天気が雨の場合、“おやすみなさい、明日は、雨になるみたいだよ”のような状況を考慮して気づきを与える応答になったりすることで、情緒や愛着を感じられるようにしている。

## 2.3 音声表現とエージェントに関する研究事例

エージェントの出力方法は多様であり、本研究ではエージェントは文字だけでなく、音声での出力を行うことも想定している。そこで本節では、人やエージェントの音声表現に関する研究を紹介する。

音声表現に関する研究が数多く行われている [5, 61, 62, 63, 64, 65]。話し手の発話時の韻律特徴の違いが聞き手に与える影響を調査する研究として、内田ら [5] は、話者の発話速度と高さの違いによる聞き手への影響を調査している。実験では、日本語話者4名と英語話者4名の音声を収録・加工することで作成した、話者の発話速度・高さの異なる音声データセットを用いている。これらの音声データセットは、音声速度・高さが5段階で分かれている。このデータセットを実際に聞き手に聞いてもらうことで、発話速度と高さの違いによる話者の性格印象へどのような影響を与えるかの調査を行っている。実験の結果、人は話者の発話速度と声の高さの違いによって、話者への印象が変化することを明らかにした。

橋本ら [61] は、人工音声を使用して実験を行い、発話速度と高さの違いが特性推論に及ぼす影響を検討している。具体的には、テキスト読み上げソフトを利用して3段階の発話速度・高さの音声を作成し、音声状態印象を、SD尺度12項目を用いて、7件法で測定している。その後、性格特性に関する20項目に対して、1点から5点までの5件法で回答を求め、評価を行った。実験の結果、音声のパラ言語的特徴の違いによって、音声状態印象に影響を与え、異なる性格特性が推論されることを明らかにしている。

Tolmeijer ら [62] は、234人の参加者を対象とした探索的オンライン実験において、2段階の音声の高さと男性・女性の性別がステレオタイプ的な特徴の帰属と信頼の形成に及ぼす影響を分析し、2つの異なるタスクにおけるジェンダーステレオタイプの調査を行っている。その結果、音声アシスタントに対して暗黙のステレオタイプ化が起こることが明らかになった。また、性別が曖昧な音声と性別が設定された音声の間には、信頼度に有意な差がないことを明らかにした。

Schild ら [66] は、男性の声のピッチの違いが聞き手からの信頼性にどのような影響を与えるか調査を行っている。181人の男性の声のピッチ（平均F0）を用いて一般的な信頼性、経済的信頼性、恋愛対象としての信頼性それぞれに与える影響を検証した結果、男性の声の高さは一般的な信頼性や経済的信頼性には影響が見られなかったものの、恋愛対象としての信頼性には影響を与えることが明らかになっている。具体的には、声が低い場合、恋愛対象としての信頼性が下がる傾向にあることを確認している。

Seaborn ら [63] は、エージェントの音声は人間とエージェントの対話において、重要な特徴になりつつあると考えている。そこで、実際にエージェントと音声対話を行わせる調

査を行い、エージェントの開発者は、人々がどのようにエージェントと対話し、反応し、エージェントの音声に影響されるかを理解することが重要であることを明らかにした。

Iizuka ら [64] は、人間の自然発話で訓練された対話エージェントの合成音声は、人間の聴者に与える影響について検討している。具体的には、自然発話を基にした合成音声の対話型エージェントと対話した場合、一般的な音声コーパスを基にした合成音声の対話型エージェントと比べて、人間はより社会的な反応を示すと仮定をした。合成音声の作成方法による比較実験の結果、自然発話を基にした合成音声の対話型エージェントと対話した被験者ほど、応答時間が短く、バックチャンネル数が多い傾向が見られた。さらに、アンケート結果より、対話型エージェントとの対話を、より人間との対話に近いと評価する傾向を確認している。

Guo ら [65] は、sequence to sequence の読み上げ音声合成システムの構築を行っている。音声エージェント用に設計された音声コーパスを、録音品質と話し方の両方を考慮する録音方法で構築する。このコーパスを用いて、会話の文脈を考慮した end to end の読み上げ音声合成システムを構築している。検証を行った結果、このシステムは、会話文脈に応じた自然な韻律を生成し、発話レベルと会話レベルの両方において有意な嗜好性を獲得することを明らかにしている。

## 第3章 漫才に基づくユーモア発言を行う 対話型エージェント

古来より人々はコミュニケーションを繰り返すことで信頼関係を構築し、困難を乗り越えてきた。例えば互いの目的を達成するためにはどうすればよいかについて議論を繰り返し、適切な手法を導き出してきた。あるいは、特に目的の無い雑談を繰り返し、その中で生まれる笑いや情報を通じて互いの絆や理解を深めてきた。インターネットの普及によりコミュニケーションを行う方法は多様化され、さらに多くの人々とコミュニケーションを行うことが容易になった。この変化に伴い、より多くのシーンで人々は互いを助け合うようになった。例えばソーシャルメディアは互いの知識や情報を共有し、協力して問題を解決する場として機能している。あるいはインターネット掲示板は、平常時だけでなく災害時においても、助けを求めたり、被災者に対して重要な情報を提供したりする場として機能している。しかし、互いのスケジュールの都合や、抱えている問題の種類によっては常に他者の手を借りられるとは限らない。問題を迅速に解決したいとき、相談相手の都合が合わない場合は議論を行えない。相手の都合が合う場合でも、専門知識を必要としたり、打ち明けることに抵抗があったりする悩みの場合については、相談が難しいこともある。このような背景より、現代においては、時空間の制約を受けずに専門的知識を提供可能な対話型エージェントとコミュニケーションを行うシーンも我々の生活に浸透し始めている [67]。家庭内における対話型エージェントの導入事例としては、Apple の Siri [26] や、Google Assistant [27] が有名である。家庭外においても、ホテルやショッピングセンターなどの商業施設で簡単な受け答えをする役割としての利活用が進んでいる。例えば、ショッピングセンターでユーザとエージェントが複数回の対話を行い、その対話内容を元に商品を推薦するケースが存在する。将来的に対話型エージェントは、先進国における労働人口減少問題や一人暮らしの孤独死問題などの解決方法としての利用にも適用されていき、人々の生活に欠かせない存在になっていくだろう。

このように、対話型エージェントがユーザのサポートを行うシーンの拡大化が進む一方で、現在の対話型エージェントの発言が機械的であることから、人々は親しみを感じにくく、団欒・介護などの相手への親しみやすさが重要なシーンへエージェントを導入することは困難である。例えば、エージェントが常に堅苦しい話を行うと、ユーザはエージェントに親しみを感じられず、エージェントを受け入れられなくなるだろう。あるいは、エージェントが会話中に冗談一つ言わず、生真面目な返答を行うばかりでは、ユーザはエージェントと対話を継続したいと感じられないだろう。

人とエージェントの間に生じるインタラクションの設計について探求を行う Human Agent Interaction の領域において、人同士が互いに親しみを感じやすくする方法を参考に、エージェントにユーモア表現を行わせる [26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 38, 39, 40]、ユーザの感情に合わせて共感表現を行わせる [45, 54, 46, 47, 48]、ユーザの振る舞いを真似させる [52, 51, 53]、ユーザが好ましいと感じるような振る舞いを行わせる [50, 58, 59, 60] などの、人がエージェントに抱く親しみの向上を目指す研究が数多く行われている。

本研究では多角的に進められている研究の中でも、エージェントにユーモア性を持たせることで、エージェントとユーザが良好な関係を築けるようにする手法に着目している。人同士のコミュニケーションに関する研究において、“ユーモア”が心理学的観点で互いの親和的な関係の形成に欠かせないとされている [68]。人同士だけでなく、人とエージェン

ト間で親和的な関係の形成を行う上でも“ユーモア”が重要という報告がある [17, 18, 19]. 親和的な関係の形成だけでなく、ユーザが継続して対話を続けたいと感じる要因としてもユーモア表現を含む発言が有効なことが示されており [69], ユーモアが人とエージェントの対話においても重要な役割を持つことが窺える. もし家庭内に導入されたコミュニケーションロボットが、ユーザの嬉しかったことの報告に対してユーザから笑いを引きだせるような応答を行えば雑談が盛り上がり、家族の一員として受け入れやすいだろう. あるいは、ロボットがユーザの悲しいことを報告された際に、単に慰めの言葉を送るよりも、冗談を挟んで明るい雰囲気を作ることができれば、人の良き相談相手になれるだろう.

先行研究のエージェントにユーモア性を持たせる手法によって、ユーザがエージェントに親しみを感じやすくなる効果が確認されている. しかし、これらの先行研究を、ユーザとの一般的なコミュニケーションシーンに適用するにはいくつかの問題が存在する. 次節で、エージェントの振る舞いを通じてユーザにユーモアを感じさせるという、先行研究におけるエージェントのインタラクション手法を3つの観点で大別・モデル化し、それぞれの問題点を詳細に分析する. 各研究のモデル化は、今井の研究 [70] を参考に次のように定義した人とエージェントのインタラクションモデルの考え方に基づき行う.

#### 人とエージェントのインタラクションモデル

人がエージェントの振る舞いにどのような意味を見出すのか、人とエージェントの間でどのような情報が交わされるのかという観点から、ユーザとエージェントの2つの認知主体の間で行われる言語／非言語による複雑な振る舞いのやりとりを単純化したもの.

### 3.1 ユーモアを用いてエージェントを人に受け入れやすくする研究事例の問題点

ユーザに対してエージェントがユーモア表現を行う研究は数多く存在し、ユーザの特定の発言に対応する静的なユーモアを提示する手法、規定のシナリオに沿ってユーモアを提示する手法、ユーザとのコミュニケーション中に動的に生成したユーモア表現を行う手法に大別できる. しかし、ユーザとエージェントの一般の対話シーンにこれらの手法を適用する場合それぞれ問題が存在している.

1つ目のユーザの特定の発言に対応する静的なユーモアを提示する手法 [26, 27, 28] は、図3.1のようにモデル化できる. 事前に特定の単語（群）とユーモア表現を含む返答を対応付けた辞書を用意しておき、ユーザが辞書内にある特定の単語（群）を発言したら、それに対応するユーモアをエージェントがユーザに提示する. 例えば、ユーザが“結婚して”という発言を行うと、エージェントは、“結婚して”に対するユーモア表現として結び付けられた文である“友達のままでいましょう”を用いて返答する. しかし既存のユーザの特定の発言に対応するユーモアを提示する手法は、事前に人手で特定の単語（群）に対してユーモアを感じるような返答を用意しなければならず、多大な作業コストがかかるという問題が存在する. このため、ユーザが日常生活中に用いる全ての発言に対し、ユーモアを

感じるような返答を用意することは困難であり、エージェントがユーモアのある返答を行えるユーザの発言が限られているという問題も存在する。

2つ目のシナリオに沿ってユーモア表現を行う手法 [29, 30, 31, 32, 33, 34] は、図 3.2 のようにモデル化できる。エージェントは、言語モデルを活用してお題やユーザの発言から大喜利や漫才などのユーモアのある演目を生成し、ユーザに披露する。例えば、既存の漫才生成システム [32] に対して“桃太郎”と入力した場合、次のような漫才が生成される。

ボケ：むかしむかし、あるところに、おじいさんと自分が住んでいました。

ツッコミ：自分じゃなくておばあさんだよ！無駄か。

ボケ：おじいさんは山へ芝刈りに、おばあさんは芝刈り海へ洗濯に行きました。

ツッコミ：なんで芝刈り海なんだよ！川だよ！

(省略)

しかし、既存のシナリオに沿ってユーモア表現を行う手法では、エージェントがユーモア表現を含む規定のシナリオに沿って静的なストーリーをユーザに提示するため、ユーモア表現時に日常的なコミュニケーションの型から外れて一方的にユーモアを披露してしまっている。このため、ユーザとエージェントで双方向コミュニケーションを行う対話シーンには適用できない問題が存在する。

3つ目のユーザとのコミュニケーション中に動的に生成したユーモア表現を行う手法 [38, 39, 40] は、図 3.3 のようにモデル化できる。この手法は、既存の文書コーパス (Wikipedia コーパスなど) から生成した言語モデルを活用してユーモア生成を行うため人手がかかる事前作業は少ない。さらに、ユーザの発言中の単語を元に、動的に対話形式のユーモア生成を行うため、ユーザとエージェントの双方向コミュニケーションを行うシーンに適用可能である。例えば関の研究 [38] では、“留学について知りたい”というユーザの発言に対し、“牛肉について?”と留学を牛肉に聞き間違えるユーモア表現をエージェントが行う。しかし、既存の言語モデルを活用して対話中にユーモア表現を行う手法は、エージェントのユーモア発言が会話中の話題をそらしてしまうため、話題保持のためにユーザが会話の流れを修正した上で会話を推進しなければいけない問題がある。具体的には、留学を牛肉に聞き間違えるユーモア表現をエージェントに行われた後に、“牛肉じゃなくて留学だって!”のような発言で話題を保持しつつ、“留学に興味があって教えてほしいんだ”のような発言で会話を推進する必要がある。このような、ユーザがエージェントと対話を継続するための話題保持のための言葉と、会話推進の言葉を自身で考える行為は心理的負担が高いと考えられる。

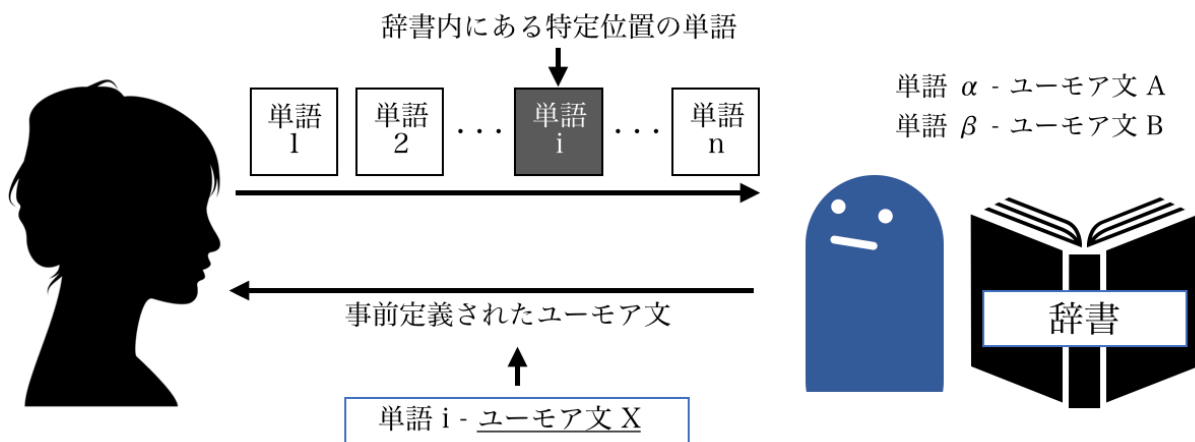


図 3.1: 特定の発言に対応する静的なユーモア表現を行う手法

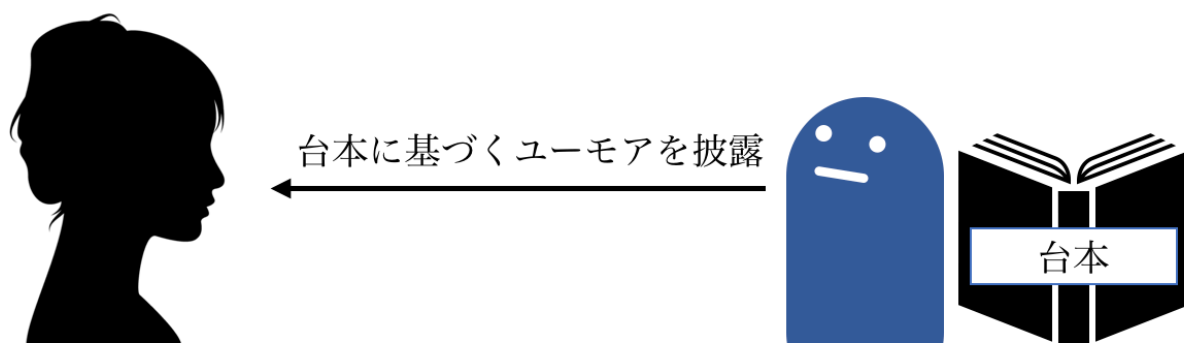


図 3.2: 規定のシナリオに沿ってユーモア表現を行う手法

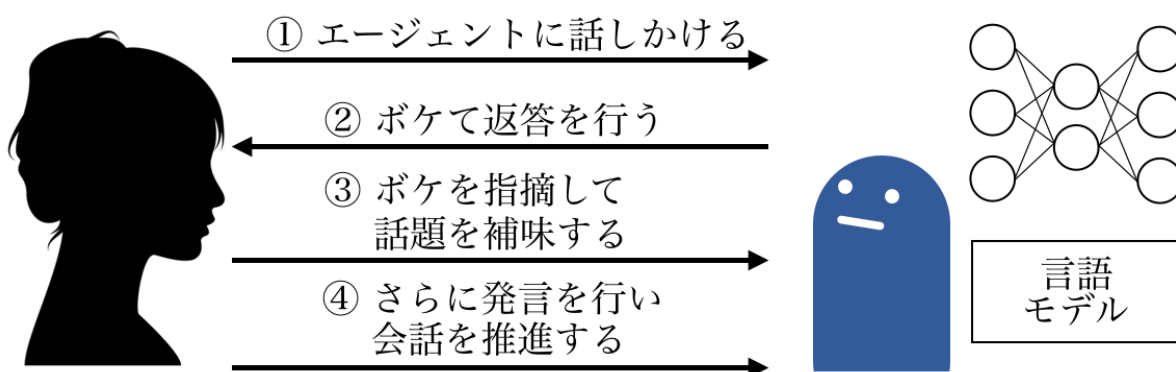


図 3.3: コミュニケーション中に動的に生成したユーモア表現を行う手法

## 3.2 漫才に基づくユーモア発言を行う対話型エージェントの提案

3.1節で述べたエージェントにユーモア表現を行わせる既存研究の問題点を解決するために、日本で広く定着しているコメディスタイルである漫才に着目する。漫才とは、ユーモア発言を行う担当（ボケ役）と、そのユーモア発言を指摘しつつ会話を推進する担当（ツッコミ役）に役割を分担し、対話形式のユーモアを聞き手に提示するものである。この役割分担により、ボケ役がユーモア発言を行って話の腰を折っても、ツッコミ役がボケを指摘しつつ、会話の流れを軌道修正できる。たとえば、漫才で天気と言及するシーンにおいて、ボケ役が天気ではなく電気の話をして会話を脇道に逸らした場合でも、ツッコミ役が“なんで電気の話してるんだよ！今は天気の話！”と、ボケの指摘と、会話の話題を保持を行いつつ、“今日の天気はいいですな！”と、会話推進を行うことがある。このように漫才ではボケ役とツッコミ役が、ユーモア発言を交えながら対話を行い続けることができるということに着目し、ユーザの発言に対してエージェントがユーモア発言を行うことで話の腰を折った場合でも、ユーザのエージェントとの会話時の負担を軽減する方法を考える。以降、3.2.1項で漫才について述べ、3.2.2項で漫才に基づいたユーモア発言を行う対話型エージェントのインタラクション手法の提案について述べる。

### 3.2.1 漫才とは

漫才は、日本独自のコメディ形態として知られている。漫才の歴史は古く、平安時代に全国各地で行われていた萬歳という伝統芸能がルーツとされている。萬歳は、太夫（ツッコミ役）と才蔵（ボケ役）の2人の男が、祝言を述べる役と、滑稽な舞を舞う役に役割分担して披露するものである[71]。萬歳は主に農業を生業とする多くの人々が、農閑期に様々な民家を巡りながら行う門付け芸の一種であった。現代の漫才は、歌舞よりも掛け合いの話芸の色合いが濃くなり、典型的には2人の演者がボケ・ツッコミに役割分担をしつつ、舞台上で対話形式のユーモアを披露している。ボケ役は、故意に間違った情報や非現実的な話を展開し、ツッコミ役はその誤りや非現実性を即座に指摘する。ボケ役のみでは行えない会話の進行をツッコミ役が行い、ツッコミ役のみでは聴衆に感じさせにくい笑いをボケ役が生み出している。このように2人の演者が相補的にボケと会話の進行を行うことで、ユーザに笑いを提供している。

漫才は、様々な新しいアプローチを取り入れて進化を続けている。例えば、単に壇上で2人の演者が対話形式のユーモアを披露するだけでなく、映像や音楽などのマルチメディアを取り入れたスタイルも出現している。このように発展する過程で、国外からの注目も浴びるようになってきている。海外のコメディ番組などで、日本の漫才師たちが活躍するシーンも珍しいものでは無くなってきており、日本の歴史や価値観を学び、理解しようとする外国人にとって漫才はその入口にもなっている。



### 3.2.2 漫才に基づくユーモア発言を行う対話型エージェントの提案

着目した漫才に基づき，本研究はユーザとの対話中に2体のエージェントが相補的にユーモア発言を行うインタラクション手法を提案する [72, 73, 74]．ユーザと提案手法を用いるエージェントらで行われるインタラクションをモデル化すると図3.4のようになる．このインタラクション手法では，ユーザとの対話に2体のエージェントを使用している．2体のエージェントは，ユーザの発言に対してユーモア発言を行うエージェントと，そのユーモア発言を指摘して話題を保持し，会話推進するエージェントに役割が分担されており，エージェントらはユーザの発言に対して相補的にユーモアのある返答を行う．このインタラクション手法により，エージェントのユーモア発言によってそれた話題をユーザが指摘する負担がなくなり，ユーザがエージェントらに対して親しみを感じやすくなると考えられる．杉山ら [75] や，飯尾ら [76] も，エージェントやロボットを2体にするアプローチを行っているが，エージェントがユーザの発言を元に動的にユーモアを生成・発言を行っていない点で本研究と異なる．

図3.5に本研究の研究対象について示す．本章では，本研究の提案概念について論じた．以降の章で，本提案の具体化と，システムの実装方法について述べる．

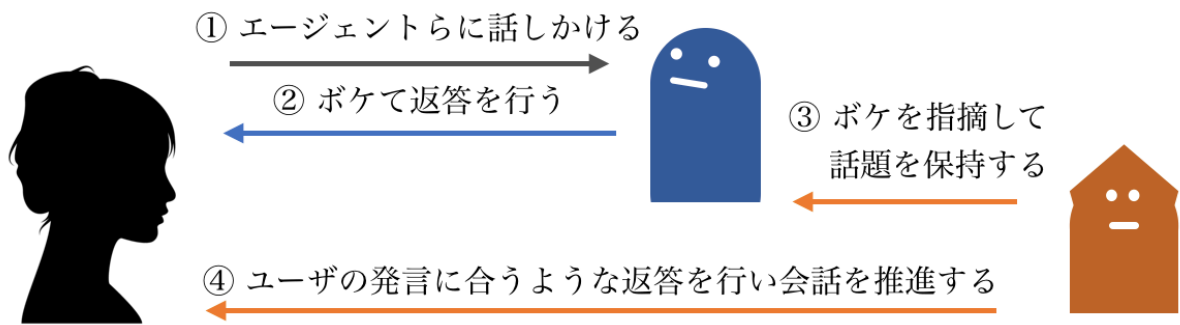


図 3.4: 2体のエージェントが相補的にユーモア発言を行う手法

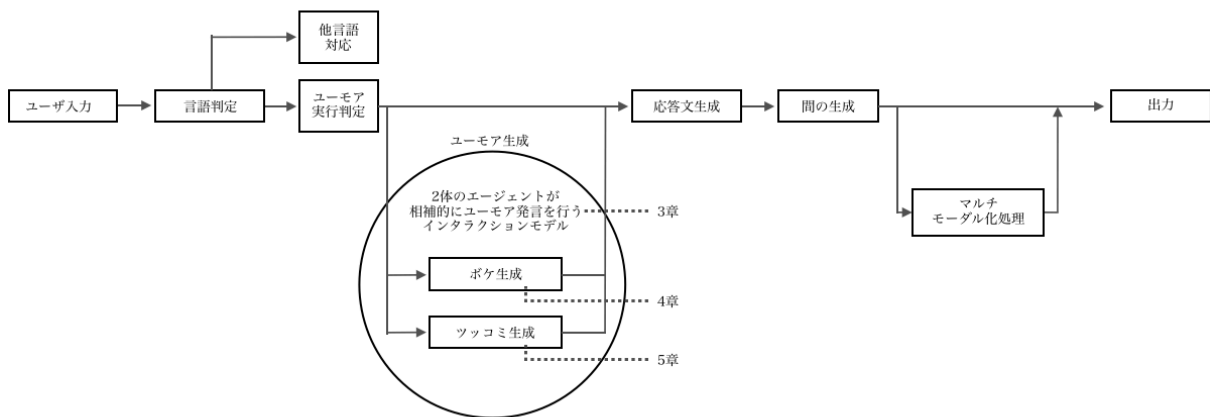


図 3.5: 本研究の研究対象

## 第4章 ボケて返す対話型エージェントの研究

本章では、3章で提案したユーザとの対話中に2体のエージェントを用いて相補的にユーモア発言を行わせるインタラクション手法における、ユーザの発言に対してユーモア発言を行うエージェントの具体化・実装方法について述べる。以降、ユーザの発言に対してユーモア発言を行うエージェントをボケエージェント、ボケエージェントのユーモア発言をボケと呼ぶ。

## 4.1 ボケて返す対話型エージェントの提案

3.1節で述べたように、既存のユーモア生成手法には、事前準備と双方向性の観点で問題が存在する。事前準備の観点において、ユーモア表現の提示に台本を必要とする手法 [26, 27, 28] は、予め膨大な数の会話パターンに対応するための台本を準備するために甚大な労力が必要となる問題がある。双方向性の観点において、言語モデルを活用してユーザの発言から大喜利などを生成する手法 [29, 30, 31, 32, 33, 34] は、一方的にユーモアを披露するような日常的なコミュニケーションの型から外れたものであるため、ユーザとの双方向コミュニケーションを行うシーンに適用できない問題がある。これらの問題を解決するために、本研究ではユーモアを含む台本の前準備を必要とせず、ユーザとの双方向コミュニケーションに適用できるようなボケを、ユーザの発言に合わせて動的に生成できるようにする。ボケの生成方法について、学術的観点と実践的観点に基づいて検討を行う。

学術的観点では、近年のユーモアに関する研究を行う研究者の多くが、ユーモアの生起にとってまず不可欠なものであるということで見解を一致させている、不適合の認知 [77] に着目する。中でも神経科学的手法を用いたユーモア研究においても、ユーモアの生起過程に関する心理学的モデルとして、多く採用されている不適合-解決モデル [1, 2, 3, 4] を利用する。不適合-解決モデルとは、通常はまったく異種であり、関連がないと思われる思考、概念、状況（不適合）が、論理的な脈絡を発見することにより結び合わされる（解決）ことでユーモアを生起させると考えるモデルである。漫才・落語・4コマ漫画のようなユーモアは、この不適合-解決モデルで説明できる。伊藤 [78] は、Shultz らによる不適合-解決モデルの検証実験で用いられた以下のジョークを例に、不適合-解決モデルを説明している。

**母親:** 先生、すぐに来てください！赤ちゃんが万年筆を飲み込んでしまいました。

**医師:** すぐにそちらへ行きます。その間、何をしていたらいいかわかりますか？

**母親:** ペンを使います。

Shultz らによれば、このジョークでは、最後の母親の言葉が予測と異なる不可解なものであり、不適合を生じさせている。ここで、母親が医師の言葉を万年筆の代わりに何を使うかと解釈したと考えると、母親の言葉の理由が明らかになり、この不適合は解決される。このとき解決される論理の欠如としての不適合が、不適合-解決モデルにおける不適合である。

織田らは不適合-解決モデルに基づいたボケの作り方について定義している [79]. 具体的には, ある音から連想される言葉の中から, できるだけ意味に差がある2つの言葉を選び, それらをタイミングに合わせて使うものである. 例えば, “ペンギン” に対し, “エンジン” は音が近く, 意味に差がある単語である. このことを踏まえ, 水族館でペンギンを鑑賞している最中, 感想を言葉にするタイミングで, “ペンギン” を “エンジン” に言い換えて, “あのエンジン (ペンギン) が可愛いね” と発言するようなボケを提案している. このボケでは, 脈絡無く “エンジン” に関する話をする事で不適合を生じさせている. しかし, “ペンギン” と “エンジン” の発音が近いことを認識すると, 言い間違いをしたと解釈が行うことができ, 不適合が解決される.

続いて実践的観点としてボケの生成方法に関する知見を得るために, 国内の人気漫才番組\*でプロの漫才師が行うボケを観察した. 特に, 国内の漫才大会で歴代上位3組 (計42組) の漫才師が決勝戦で披露した漫才におけるボケ役のボケを観察した. その結果, 42組のうち, 20組の漫才師がボケ役・ツッコミ役間で行われる会話のトピックとなる単語を, その単語から意味がかけ離れた単語に聞き間違えたかのように言い換えて返答するボケを披露していた. 例えば, ピザを主題とする会話において “トッピングはエビで頼む” という発言に対し, ボケ役が “え, 指をピザに入れるんですか?” と会話のトピックと思われる “エビ” を意味が離れた “指” に聞き間違えるボケを行っている.

以上より本研究では, ユーザがエージェントへ発言すると, その発言に応じたボケ単語候補群を生成し, ユーザの発言中のトピックを表す単語 (以降, 置換元単語) から意味が離れており, かつ発音が近いボケ単語候補群中の単語で聞き返してくるようなボケを行うエージェントを提案する (図4.1). ユーザの発言中の単語とボケエージェントのボケに用いる単語の意味を離すことで不適合を生じさせ, この不適合を発音が近いという関連性をもたせて解決することで, ユーモアを生み出す. エージェントがボケを行うタイミングは, ユーザの発言後に設定する.

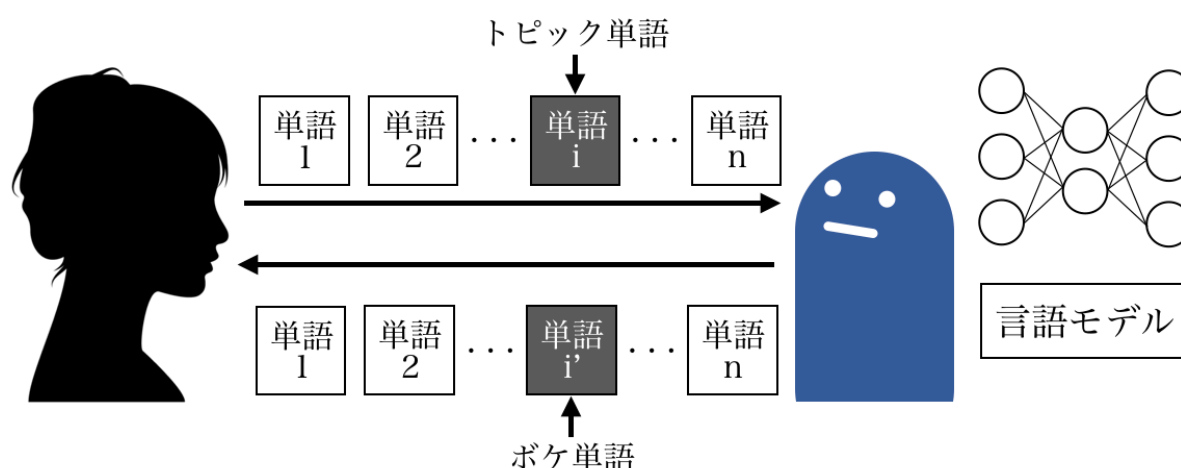


図 4.1: 発言中のトピック表す単語を利用してユーモア表現を行う手法

\*M-1 グランプリ, エンタの神様, 爆笑レッドカーペットなど

## 4.2 ボケて返す対話型エージェントの構築

本節では、4.1 節で具体化させたボケエージェントの実装方法について述べる。

### 4.2.1 事前準備

Wikipedia の日本語記事全文（取得日時 2022.11.18）を MeCab を用いて形態素解析する。形態素解析によって取得される単語の品詞は、IPA 品詞体系に準じている。ここで得られた解析結果のうち、不用品詞を除去し、分かち書きしたものをコーパスとする。不用品詞の除去により、語彙的意味を担っていなかったり、Wikipedia 日本語記事内での出現回数が多すぎたりする単語が、ボケ単語の選定に利用する単語間の概念の類似度の算出結果に影響を与えないようにする。除去する品詞は次のとおりである。

- 記号
- 助詞
- 助動詞
- 接続詞
- 副詞
- 連体詞
- 非自立語
- 代名詞
- 接尾
- 数
- サ変動詞

作成したコーパスから、ユーザの入力に対するボケで使用する単語の候補群（以降、ボケ単語候補群）、単語間の発音の近さを測る際に用いる読み方辞書、単語間の概念類似度を算出する際に用いる言語モデルを生成する（図 4.2）。

ボケ単語候補群は、コーパス内の単語のうち次の条件を満たす単語全てを抽出した単語群である。置換元単語に対するボケ単語候補群内の単語数の例を表 4.1 に示す。

- MeCab で人名・地域と判定されない
- コーパス内での出現回数が 1,000 回以上である

- 置換元単語と品詞が同じである.

これらの条件は、ごく一部の有名なもの以外の人名や地名や、あまり使用されない単語はユーザからの認知度が低い可能性があり、ボケエージェントのボケがユーモアとして享受されないことを防ぐために設けている。人が文の構造上の誤りを発見すると、その文を作成した相手への評価が下がることが知られている [80]。このことから、置換元単語とボケ単語候の品詞を揃えることで、ボケが文法上に不整合を起こすことを避けることを狙う。

読み方辞書の作成は、まず、コーパス内の単語のうち次の条件を満たす単語全てを抽出する。

- MeCab で人名・地域と判定されない
- コーパス内における単語の出現回数が 1,000 回以上である

読み方辞書は、置換元単語とボケ単語候補それぞれとの発音の近さを測るためのものである。このことから、上述のようなボケ単語候補群と同様の前処理を行う。抽出された単語について MeCab を用いて次の要素を獲得し、単語ごとにまとめたものを読み方辞書とする (図 4.3)。

- 単語の標準形
- 標準形の読み方 (カタカナ)
- 標準形の読み方をローマ字表記に変換したのち子音を削除して母音のみにしたもの

言語モデルは、単語間の概念の類似度を計算できるように自然言語の単語をベクトル表現したものであり、Word2Vec[81] を用いてコーパスから生成する。言語モデル作成時に使用するライブラリは gensim (Ver.4.1.2) [82] である。言語モデルの構築は次の条件で行う。

- 次元数が 100
- Window サイズが 15

次元数はデフォルト値を用いる。Window サイズは、同じトピックに現れる単語を取得しやすいうようにデフォルト値の 10 よりも大きい数値に調整している。Window サイズを大きくすると、単語をベクトル表現する際に考慮する単語の範囲が広がり、言語モデルが文脈を捉えやすくなる。これにより、文のトピックをより明確に識別できるようになり、同じトピックに現れる単語を取得しやすくなると考えられる。単語間の概念の類似度は、gensim ライブラリで実装されている Word2Vec の similarity メソッドで取得できるコサイン類似度を用いる。similarity メソッドで導き出される概念の類似度の値域  $u$  は  $-1.0 \leq u \leq 1.0$  であり、値が大きいほど単語間の概念が類似していることを意味する。例えば、“宇宙”と“地球”の概念の類似度  $u$  は 0.898 と高くなり、“宇宙”と“ピアノ”の概念の類似度  $u$  は 0.061 と低くなる。

表 4.1: 置換元単語に対するボケ単語候補数

置換元単語	ボケ単語候補数
裁判官	4,860
学会	2,282
ペンギン	2,489
受験勉強	1,823
魚	513
水族館	2,422
サーフィン	4,639
外国人	4,861
カレー	1,130
音楽	1,433
カーテン	4,638

#### 4.2.2 ボケの生成

ボケエージェントのボケを生成するシステムは、置換元単語決定部、ボケ単語決定部、ボケ生成部からなる。ユーザからの入力に対し、システムがボケを生成するまでのフローを図 4.4 に示す。置換元単語決定部ではユーザの入力文中から、その文のトピックを最も代表する単語（トピック単語）を選定し、置換元単語を決定する。1文からその文のトピック単語を抽出する方法は、文書からトピックを抽出する先行研究 [83, 84, 85] において、頻出語をトピックとする考えを参考にし、頻出する類義語群の各単語を概念ベクトル化した際の重心に最も近い語をトピック単語と判定するようにする。具体的には、文中の自分以外の全単語との概念の類似度が高い単語ほど、文のトピックを表すという考え方を参考に、入力文中の各単語がそれぞれ文のトピックとどれくらい意味が近いかを表す  $s_t$  (Topic Score) を算出し、置換元単語を決定する。ボケ単語決定部では、文のトピックから意味が離れていて、置換元単語と音が近く、ユーザが理解できる単語をボケ単語候補群内の単語から選定する。具体的には、ボケ単語候補群内のそれぞれの単語について、文のトピックからどれくらい意味が離れているかを表す  $s_s$  (Semantic Score), どれくらい置換元単語と発音が近いかを表す  $s_p$  (Pronunciation Score), ユーザからの認知度を表す  $s_r$  (Recognized Score) をもとにボケ単語を決定する。 $s_t$ ,  $s_s$ ,  $s_p$ ,  $s_r$  をそれぞれ算出するための方法は以降の項に記す。

#### 4.2.3 置換元単語の決定

本項では置換元単語決定部が置換元単語を決定する手順について説明する。置換元単語は、ユーザの入力文中の単語の中で、最も文のトピックを表す単語とする。入力文中の各



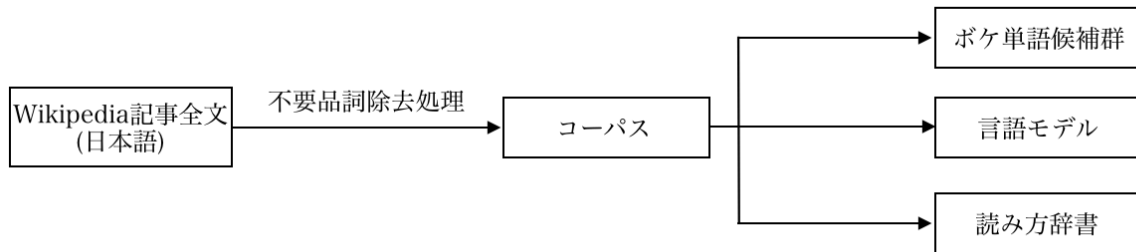


図 4.2: 事前準備

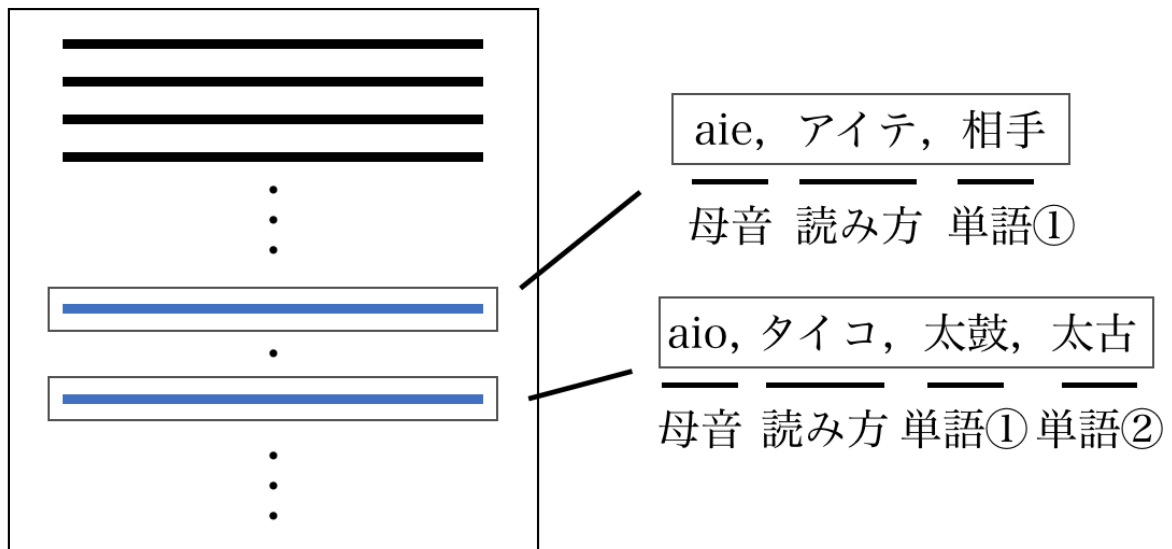


図 4.3: 読み方辞書

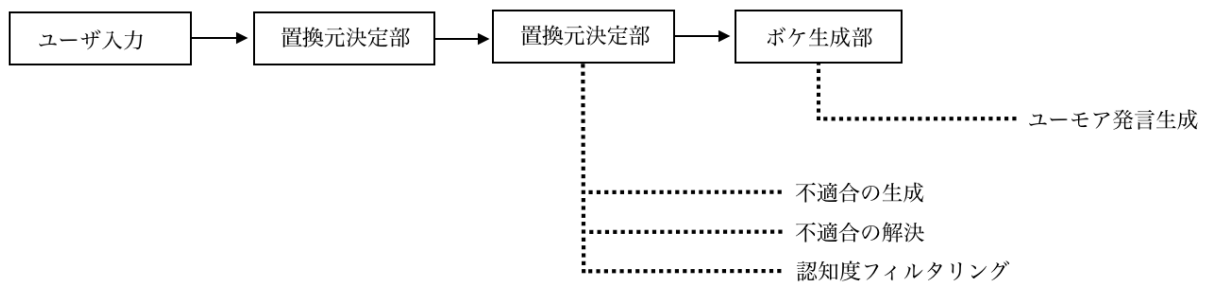


図 4.4: ユーザの入力からボケを生成するまでのフロー

単語が、文のトピックとどれくらい意味が近いかを表す指標として、言語モデルを用いて文中の単語間の概念の類似度を計算し、 $s_t$ を算出する。 $s_t$ が最も高い文中の単語を文のトピックを表す単語とする。これは、既存研究 [83, 84, 85] のトピック抽出方法を参考にし、文中の自分以外の全単語との平均距離が近い単語ほど、文のトピックに意味が近いという考え方に基づいている。 $s_t$ を算出する手順としてまず、MeCabを利用して、入力文中の全ての名詞・形容詞で構成される置換元候補群を作成する。置換元候補を名詞・形容詞にした理由としては、これが文を構成する上で重要な単語であると考えたためである。具体的には、名詞は、物や人、場所などを表現し、文の核として機能し、形容詞は、名詞の性質や特徴を修飾し、より文の情景を伝える役割として機能している。その後、置換元候補群内の全ての単語の $s_t$ を算出し、最も高い $s_t$ を持つ単語を、文のトピックを最も表す単語とし、置換元単語として設定する。

$s_t$ は、それぞれ文中の、自身を除いた名詞、形容詞との概念の類似度を計算し、それらの類似度の平均が高いほど高いスコアを与える。すなわち、 $s_t$ は下記のように計算される。

$$s_{t(k)} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1, k \neq i}^n u_{(k,i)} \quad (4.1)$$

$n$ は文中の置換元候補群内の単語の数であり、 $i$ は $s_t$ を算出する単語の位置である。 $u_{(k)}$ は $k$ 番目の単語と $s_t$ を算出する単語との概念の類似度である。

入力文に対してトピックとして抽出された単語と、抽出された単語の $s_t$ を表4.2に示す。

表 4.2: 入力文と抽出されたトピック単語 ( $s_t$ )

入力文	トピック単語 ( $s_t$ )
裁判官になるために法律について勉強を始めた	法律 (0.72)
実験が成功したので良い論文が書けそうだ	実験 (0.90)
長い付き合いの友達と飲み会に行く	付き合い (0.99)
明日天気が晴れならジョギングに行く予定だ	天気 (0.85)
動物園で見たパンダが笹を食べてて可愛かった	パンダ (0.60)
図書館で宇宙の本を読んだ	本 (0.48)

#### 4.2.4 ボケ単語の決定

本項では、ボケ単語決定部が置換元単語に対するボケ単語を決定する手順について説明する。ボケ単語は、ボケ単語候補群内のそれぞれの単語について、文のトピックからどれくらい意味が離れているかを表す $s_s$ 、どれくらい置換元単語と発音が近いかを表す $s_p$ 、ユーザからの認知度を表す $s_r$ を合算して算出される、 $s_h$  (Humor Score) が最も高い単語とする。

ボケ単語候補群内のそれぞれの単語について  $s_h$  を算出する前に、ユーザからの入力に対してボケを行ううえで、ボケ単語に用いてもユーザからユーモアを感じられにくいと思われる単語をボケ単語候補群から除く処理を行う。具体的にはまず、エージェントのボケがユーザの発言のオウム返しになってしまう場合、ユーザはエージェントのボケに対してユーモアを感じられない可能性が考えられる。このため、置換元単語を単にひらがな、あるいはカタカナ表記にしたものはボケ単語候補群から除く。次に、後述する(4.2.4.2目)理由から、頭文字の母音と末尾の文字が置換元単語と一致しない単語をボケ単語候補群から除く。残ったボケ単語候補群内の単語それぞれについて、各スコア ( $s_s, s_p, s_r$ ) を計算する方法と、算出されたそれぞれのスコアを元にボケ単語を決定する方法について以降の目で述べる。

#### 4.2.4.1 $s_s$ : 概念距離スコア

ユーザの入力文のトピックとボケ単語候補群内の単語がそれぞれどれくらい意味が離れているかを表す指標として、言語モデルを用いてユーザの入力文中の単語とボケ単語候補群内のそれぞれの単語間の概念の類似度を測ることで  $s_s$  を算出する。ボケ単語候補群内のそれぞれの単語と、ユーザ入力文中の置換元候補単語であるすべての名詞、形容詞との概念の類似度を計算し、その類似度が低いほど高い  $s_s$  を与える。すなわち、 $s_s$  は下記のように計算される。

$$s_s = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{1}{2 + u_{(k)}} \quad (4.2)$$

ここで  $n$  は文中の名詞と形容詞の数の合計値である。単語間の概念の類似度が低いほど高い  $s_s$  を与えるために、similarity メソッドで導き出される  $k$  番目の単語とボケ単語候補群内のそれぞれの単語の概念の類似度  $u_{(k)}$  を逆数にして  $s_s$  を算出している。 $u_{(k)}$  の値域は  $-1.0 \leq u_{(k)} \leq 1.0$  であるため、分母の値が0にならないように、 $u_{(k)}$  の値に2を加えてから逆数を取っている。

以上の方法に基づいて算出した  $s_s$  が高い／低い単語の例を表4.3に示す。

表 4.3:  $s_s$  が高い単語・低い単語の例

入力文	$s_s$ が高い単語 ( $s_s$ )	$s_s$ が低い単語 ( $s_s$ )
裁判について勉強を始めた	冷蔵庫 (0.51)	法律 (0.41)
いい論文が書けて嬉しい	果物 (0.49)	研究 (0.37)
友達とは長い付き合いだ	ビニール (0.47)	親友 (0.37)
大学生になってバイトを始めた	カーテン (0.50)	学生 (0.36)
動物園でパンダを見た	ボクシング (0.51)	クマ (0.37)
本を図書館で読む	宇宙 (0.45)	書店 (0.38)

#### 4.2.4.2 $s_p$ : 発音類似度スコア

置換元単語とボケ候補単語群内のそれぞれの単語の発音がどの程度近いかを表す指標として、単語の読み方の間の編集距離を測ることで  $s_p$  を算出する。編集距離とは、2つの文字列がどの程度異なっているかを示す距離であり、1文字の挿入・削除・置換によって一方の文字列をもう一方の文字列に変形するのに必要な手順の最小回数として定義される。本研究における編集距離測定時には、単語の読み方の母音のみを利用する。これは、試行錯誤の結果、2つの単語の読み方の間で編集距離を計測するよりも、各単語の読み方の母音の間で編集距離を測定する方が、単語間の発音の近さを計測しやすいと考えたためである。例えば、“埋蔵金”という単語に発音が近いのは“大貧民”と“映像”のどちらであるか、通常通り単語の読み方の間で編集距離を測定する場合と単語の読み方の母音の間で編集距離を測定する場合で考える。通常通りに“埋蔵金（まいぞうきん）”と読み方の編集距離を算出すると“大貧民（だいひんみん）”が4、“映像（えいぞう）”が3となり、“映像”の方が距離が近くなる。一方、単語の読み方の母音の間で編集距離を測る場合、“埋蔵金（aiouin）”との編集距離は、“大貧民（aiinin）”が2、“映像（eiou）”が3となり、“大貧民”の方が距離が近くなる。複数の第三者へヒアリングを行ったところ、母音同士の編集距離が近い単語同士ほど音が似通って聞こえる印象を持つという回答が得られた。これは、日本語が一音節を一字で表す音節文字で構成されており [86]、そのほとんどが a, i, u, e, o のいずれかの音で終わるため、単語の発音が母音に依存しているからだと考えられる。

上記より、置換元単語とボケ単語候補群内の単語それぞれとの読み方の母音同士で編集距離 ( $d_e$ ) を測り、その距離に近いほど高い  $s_p$  を与える。すなわち、 $s_p$  は下記のように計算される。

$$s_p = \frac{1}{1 + d_e} \quad (4.3)$$

$d_e$  の算出には python-Levenshtein ライブラリ (バージョン 0.12.0) 内の distance メソッドを用いる。 $d_e$  の値域は  $0 \leq d_e \leq \infty$  であり、値が小さいほど単語間の発音が近いことを意味する。ここでは、単語間の発音が近いほど高い  $s_p$  を与えるために、単語の読み方の母音の編集距離で導き出される  $d_e$  を逆数にして  $s_p$  を算出している。この際、分母の値が 0 にならないように、 $d_e$  の値に 1 を加えてから逆数を取得している。

なお試行錯誤の過程で、単語間の編集距離が同じである単語の中でも聞き間違いに聞こえる単語とそうでない単語があることが分かった。例えば、“戦闘機 (enoui)” という単語に対し、“倦怠期 (enaii)”, “関東 (anou)” という単語の各母音のみを考慮した編集距離はともに 2 であるが、前者の方が発音が近いと感じる人が多かった。多くの試行を行った結果、単語間の頭文字の母音や、単語間の末尾の文字の発音をそれぞれ一致させることが発音を近づける上で重要だということが分かった。関による聞き間違いえられる単語と聞き間違い先の単語の関係性の調査からも、聞き間違いが起きる場合の単語間の先頭の母音と語尾の文字の一致率が高いことがわかっている [38]。これらの知見に基づき、 $s_p$  が高い場合でも、置換元単語と先頭の文字の母音・末尾の文字が異なる単語はボケ単語候補

群内から除く.

以上の方法に基づいて算出した  $s_p$  が高い／低い単語の例を表 4.4 に示す.

表 4.4:  $s_p$  が高い・低い単語の例

元の単語	母音	$s_p$ が高い単語	母音	$d_e$	$s_p$ が低い単語	母音	$d_e$
情報	ouou	乗法	ouou	0	総合警備保障	ououeiiou	6
裁判官	aianan	アイアンマン	aianan	0	若手芸人	aaeiin	5
放送局	ououou	暴走族	ououou	0	量子力学	ouiiiau	4
森林公園	ininouen	新人公演	ininouen	0	新入社員	innuain	5
水族館	uiouan	駆逐艦	uiuan	1	類人猿	uiinen	3
発展	aten	脱線	aten	0	ハリセンボン	aionon	3

#### 4.2.4.3 $s_r$ : 認知度 スコア

出力候補単語の認知度を表す指標として, Wikipedia コーパス内での各単語の出現回数 ( $f$ ) を数えることで  $s_r$  を算出する. 各ボケ単語候補群内の単語の出現回数が多いほど高い  $s_r$  を与える. このとき, 取りうる ( $f$ ) の値域は  $1,000 \leq f \leq 3,362,984^\dagger$  となる (下限が 1,000 となる理由については後述する). 単語の出現回数はべき分布に従うため, ごく一部の単語の出現回数が極端に大きい. ごく一部の極端に出現回数の多い単語がボケ単語を決定する際に与える影響が大きくなりすぎないように, 出現回数の対数をとったものを  $s_r$  とする. すなわち  $s_r$  は下記のようなになる.

$$s_r = \log f \quad (4.4)$$

$s_r$  を算出する上で  $f$  の出現回数の対数を取る理由と同様に, 出現回数の多い単語がボケ単語を決定する際に与える影響が大きくなるように,  $s_r$  の最大値を 4.82 としている. この値は, コーパス内からランダムに選んだ 1,000 単語を対象に, 出現回数の調査を行い, 99.5 パーセンタイル値である単語の出現回数に基づき決定した.  $s_r$  の値が 4.82 となる出現回数は, 66,069 回である. 一方, 極端に出現回数が少ない単語はユーザに理解されない可能性が高いと考え, 出現回数が 1,000 回を下回る単語は出力候補から除く. 上記より,  $s_r$  の値域は  $3.00 \leq s_r \leq 4.82$  となる (出現回数 1,000 回の単語の  $s_r$  は 3.00 である).

以上の方法に基づいて算出した  $s_r$  が高い／低い単語の例を表 4.5 に示す.

#### 4.2.4.4 ボケ単語の決定

算出したボケ単語候補群内の単語それぞれが持つ 3 つのスコア ( $s_s, s_p, s_r$ ) について, ボケ単語の選定を行ううえで各スコアを対等に扱うために, 各スコアを最小値が 0, 最大

<sup>†</sup> $f$  が 3,362,984 となる単語は “なる” であった.

表 4.5: 出現回数が多い・少ない単語の例

出現回数が多い単語 (回数)	出現回数が少ないが低い単語 (回数)
日本 (883,379 回)	詠嘆 (50 回)
声 (267,717 回)	永寧 (186 回)
運行 (127,605 回)	銀縁 (85 回)
開業 (108,428 回)	氷砂糖 (84 回)
可能 (233,096 回)	サナダムシ (97 回)
株式会社 (156,084 回)	平安朝 (280 回)
完成 (105,952 回)	未来人 (103 回)
企業 (115,012 回)	迎町 (50 回)
北 (110,411 回)	猛龍 (50 回)
物語 (94,495 回)	康道 (77 回)
放送 (458,366 回)	耄碌 (53 回)

値が 1.0 になるように次の式を元に正規化を行う。

$$s_{normalized} = \frac{s - s_{min}}{s_{max} - s_{min}} \quad (4.5)$$

$s_{normalized}$  が正規化後のスコア,  $s_{min}$  が各スコア群の最小値,  $s_{max}$  が各スコア群の最大値を表す。その後, 重み付けを行い, 線形和をとったものをボケ単語候補群内の単語それぞれの最終的な  $s_h$  とする。すなわち,  $s_h$  は下記のようになる。

$$s_h = w_s s_{s_{normalized}} + w_p s_{p_{normalized}} + w_r s_{r_{normalized}} \quad (4.6)$$

$w_s, w_p, w_r$  は重み係数である (以降で述べる検証では, 各重み係数を全て 1.0 にした)。置換元単語に対し, 下記の保存条件を満たさない単語をボケ単語候補群から除き, 残った単語のうち最も高い  $s_h$  を持つする単語を, ボケに使用する単語とする (以降, ボケ単語)。

- 置換元単語と品詞が一致する。品詞を揃えることで, ボケが文法上に不整合を起こすことを避けることを狙う (4.2.1 項)。
- 頭文字の母音と末尾の文字が置換元単語と一致する。置換元単語と発音を近づけることを狙う (4.2.4.2 目)。

#### 4.2.5 ボケの生成

本項では, ボケ生成部がボケを生成する手順について説明する。本提案におけるボケは, ユーザの発言中の単語を別の単語に聞き間違えをして聞き返すものである。これを実現するために, ユーザ入力中の置換元単語をボケ単語に算出し, 次のボケテンプレート文

に当てはめた文を用いて聞き返すようなボケを行う。

**ボケテンプレート：“え、ボケ単語？”**

ボケの例を示す。

- 入力：裁判官を目指そうと思うんだ  
出力：え、アイアンマン？
- 入力：学会の場所が温泉街だから嬉しいな  
出力：え、合体？
- 入力：水族館でペンギンは人気者だ  
出力：え、エンジン？
- 入力：受験勉強もそろそろ大詰めだな  
出力：え、ステンレス鋼？
- 入力：焼いても煮ても魚は美味しい  
出力：え、刀？
- 入力：水族館は綺麗だね  
出力：え、駆逐艦？
- 入力：今日はサーフィン日和だ  
出力：え、タービン？
- 入力：外国人の友達がたくさんいるんだ  
出力：え、太陽神？
- 入力：カレーが大好きなんだ  
出力：え、マネー？
- 入力：気分転換に音楽はいいね  
出力：え、婚約？
- 入力：素敵なカーテンを買った  
出力：え、ラーメン？

### 4.3 実験デザイン

提案手法の有効性を確認するためには、提案手法によるボケの生成手法の妥当性の検証や、ユーザとの対話中にエージェントがボケることで、ユーザがエージェントに親しみを

感じやすくなるのかを検証する必要がある。そこで、本研究では次の仮説の検証を通して提案手法の有効性を確認する。

- H4-1：ユーザがエージェントに親しみを感じやすくなるようなボケの生成には、 $s_s$ ,  $s_p$ ,  $s_r$  の全てを考慮する必要がある。
- H4-2：シンプルな対話シーンにおいて、ユーザの発言に対し、エージェントがボケを挟みながら対話できるようにすることで、ユーザがエージェントに親しみを感じやすくなる。
- H4-3：エージェントがボケを生成する際に、ユーザの入力におけるトピックを考慮することで、一般的なコミュニケーションシーンでもユーザがエージェントに親しみを感じやすくなる。
- H4-4：エージェントがボケを音声出力で行う際に、音声の韻律の違いが、ユーザのエージェントに対する親しみやすさに影響を与える。

H4-1の検証により、本研究のボケの生成において、ユーザに親しみを感じさせるために重要となる要素を明らかにする。具体的には、ボケの生成において考慮するスコアの異なる手法間で、生成されたボケに対するユーザの親しみやすさの比較を行う。H4-2の検証により、シンプルな対話シーンにおいて既存のエージェントが提案手法に則ったユーモア発言を行うことで、ユーザがエージェントに親しみを感じやすくなるかを明らかにする。具体的には、特定の単語の意味について質問するなどの、ユーザの入力が短く、話す内容がある程度固定化されたシーンをシンプルな対話シーンとして設定し、検証を行う。H4-3の検証により、よりユーザが日常生活中に行う雑談に近い、特定のルールに則らない一般的なコミュニケーションシーンでも、ユーザがエージェントに親しみを感じやすくなるか明らかにする。H4-4の検証により、音声出力を行うエージェントに本提案を導入するうえで、ユーザがエージェントに親しみを感じやすくなる提示方法を明らかにする。

## 4.4 実験1：ボケ生成アルゴリズムの検証

本実験では、H4-1（ユーザがエージェントに親しみを感じやすくなるようなボケの生成には、 $s_s$ ,  $s_p$ ,  $s_r$  の全てを考慮する必要がある）の検証を行う [87]。この検証により、ボケを生成するにあたって考慮する、ユーザの発言中の単語とボケ単語間の概念の類似度、置換元単語とボケ単語の発音の近さ・ボケ単語の認知度の3つの要素が、ユーザのエージェントに対するユーモア・親しみの感じやすさにどのような影響を与えているか明らかにする。比較には、 $s_s$  のみを考慮する手法、 $s_p$  のみを考慮する手法、 $s_s$ ,  $s_p$ ,  $s_r$  の3つを考慮する手法を用いる。 $s_r$  のみを用いる手法は、出力が日本語 Wikipedia 内で最も出現回数が多い単語に一意に定まるため検証には用いない。ボケエージェントが聞き間違えて聞き返すことが不自然にならないように、ユーザが調べたい単語についてエージェントに



質問する場面を実験シーンとして設定する。この際、質問内容に対する回答の適切さが実験に影響を与えないように、ボケエージェントのボケで対話を終えるように会話シーンを設定する。この比較により、ボケの生成時にどのような要素を考慮すれば、ユーザがエージェントに親しみが感じやすくなるか明らかになると考えられる。以降の項で、具体的な検証方法について述べる。

#### 4.4.1 実験条件

本実験の実験協力者は20代の学生15名である（男性14名、女性1名）。実験協力者は全て著者の所属する研究内のメンバであった。実験では次のような、Baseline (BL) とボケ単語を選定する方法が異なる3つの提案手法 (M1, M2, M3) の比較を行う。

- **BL:** 置換元単語に対して、置換元単語に対するボケ単語候補内の単語をランダムに返す。このとき  $s_s$ ,  $s_p$ ,  $s_r$  は考慮しない。
- **M1:** 置換元単語に対して最も  $s_s$  が高くなるボケ単語候補内の単語を返す。概念の類似度のみを考慮する手法である。
- **M2:** 置換元単語に対して最も  $s_p$  が高くなるボケ単語候補内の単語を返す。発音の近さのみを考慮する手法である。
- **M3:** 置換元単語に対して  $s_h$  が最も高くなるボケ単語候補内の単語を返す。概念の類似度、発音の近さ、認知度の全てを考慮する手法である。

各手法の動作環境は、OSがCentOS 7、CPUがIntel Core i7 3.30GHz、RAMが16GBである。

#### 4.4.2 実験の手順

実験協力者には4.4.1項に示した4つの手法を使用してもらい、表4.6に示すアンケートに5段階のリッカート尺度 (5: とても感じた ~ 1: 全く感じなかった) で回答してもらった。エージェントへの親しみやすさ以外にもエージェントが行うボケへの印象に関する質問を設けている。ユーモアを感じた度合いを聞くことで、生成したボケに対してユーザがユーモアを感じられたかどうかを確認する。ボケへの意外性を感じた度合いを聞くことで、生成したボケによって、ユーザに不適合を生じさせられたかどうかを確認する。ボケへの納得感を感じた度合いを聞くことで、生成したボケによって、生じた不適合をユーザが解決できたかどうかを確認する。

各パターン使用時には、実験者がコーパス内における出現回数が1,000回以上である単語からランダムに選出した10個の単語の意味を聞くような文を実験協力者自身に入力してもらった。本検証は、ユーザの入力から抽出されたトピックの妥当性が実験への影響を与えないよう、 $s_s$ の算出時に用いる単語を置換元単語単体とボケ単語候補群内の単語になるような入力にする。さらに、ユーザごとにボケエージェントがボケの生成のために利用する置換元単語の位置が実験に影響を与えないように、置換元単語の位置は全てユーザの入力の先頭の単語となるようにする。よって、実験協力者からの入力は、“【単語】について教えて?”とし、エージェントからの出力は、“え、【ボケ単語】?”とした。実験協力者からの入力についてはキーボードを用いてもらい、エージェントの出力については画面にテキストを表示する形式をとった。実験協力者には、Q1からQ3については1回の入出力ごとに回答してもらい、10回の入出力に対する回答の平均値を四捨五入した値をその手法における実験結果とした。Q4については、各手法に対して10回の入出力を終えるたびに回答してもらった。実験協力者に入力してもらった単語については、各単語が実験結果に与える影響を少なくするために、実験協力者が変わるごとに単語をランダムに選び直した。加えて、順序効果を相殺するために、実験協力者が使用するパターンが変わるたびに入力する単語の順番を変えた。さらに、実験協力者ごとに使用するパターンの順番もランダムに入れ替えた。システムの仕様を聞いたことによって生じる先入観をなくすため、各パターンの出力単語の生成方法は実験協力者には伝えなかった。

表 4.6: 実験1：実験協力者への質問一覧

質問番号	質問内容
Q1	出力された返答にユーモアを感じたか
Q2	出力された返答は意外だと感じたか
Q3	エージェントのボケに納得感を感じたか
Q4	エージェントに親しみを感じたか

#### 4.4.3 実験結果

表 4.7 は実験協力者の入力文と、その単語に対する各パターンの出力例である。Q1 への回答を図 4.5 に示す。“出力された返答にユーモアを感じたか”という質問に対する4以上の回答の割合は、BLでは0%、M1では46.7%、M2では0%、M3では86.7%であった。Q2への回答を図 4.6 に示す。“出力された返答は意外だと感じたか”という質問に対する4以上の回答の割合は、BLでは20.0%、M1では53.3%、M2では0%、M3では53.3%であった。Q3への回答を図 4.7 に示す。“エージェントのボケに納得感を感じたか”という質問に対する4以上の回答の割合は、BLでは40.0%、M1では33.3%、M2では26.7%、M3では66.7%であった。Q4への回答を図 4.8 に示す。“エージェントに親しみを感じたか”という質問に対する4以上の回答の割合は、BLでは0%、M1では46.7%、M2では0%、M3では86.7%であった。

表 4.7: 各パターンへの出力例

入力した文	Baseline 出力例	M1 出力例	M2 出力例	M3 出力例
不便について教えて？	え、脈？	え、出身？	え、右舷？	え、主演？
水族館について教えて？	え、萩？	え、銃剣？	え、内房線？	え、駆逐艦？
学会について教えて？	え、古生物学？	え、撮影？	え、喝采？	え、合体？
サウナについて教えて？	え、写真部？	え、真名？	え、あだ名？	え、手綱？
掲示板について教えて？	え、金髪？	え、生誕？	え、H1？	え、エイリアン？
刀について教えて？	え、山岸？	え、マリーナ？	え、あだ名？	え、バナナ？
カーテンについて教えて？	え、複素数？	え、在任？	え、片面？	え、ラーメン？
電車について教えて？	え、社内？	え、設立者？	え、演者？	え、賢者？
ランニングについて教えて？	え、メイク？	え、ハグ？	え、カンニング？	え、ランキング？
投稿者について教えて？	え、指標？	え、冒険者？	え、功労者？	え、労働者？

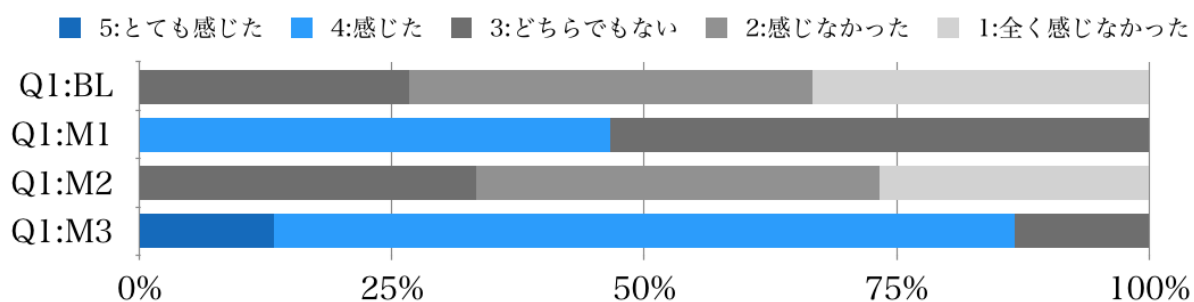


図 4.5: 実験1 Q1: 返答にユーモアを感じたか (N=15)

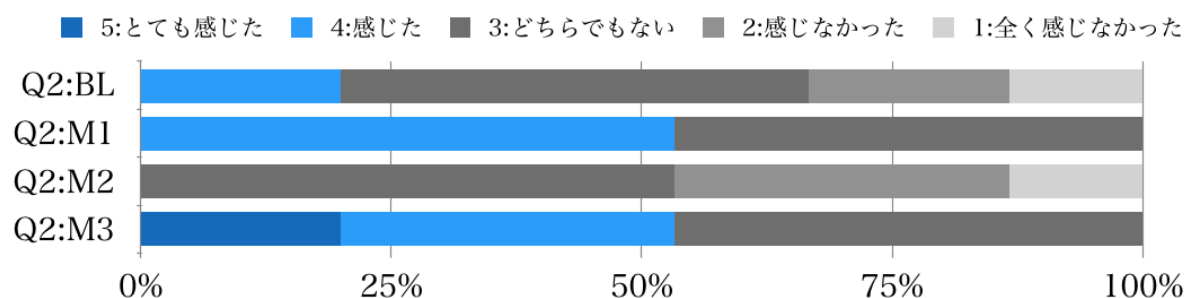


図 4.6: 実験1 Q2: 返答に意外性を感じたか (N=15)

#### 4.4.4 M1の考察

M1とBLの各質問への回答に対し、Wilcoxonの符号順位検定（p値の補正はBonferroni法を用いる）を行うと、Q1, Q4で有意差が確認された。

この結果について考察を行う。本提案では、エージェントがユーザの発言に対し、意外性を感じられるような単語を用いて不適合を生じさせることを狙っている。エージェントの発言に対して、ユーザに意外性を感じさせるという観点においては、ボケ単語候補群内の単語からランダムに選出された単語で返答するBLは有効であると考えられる。M1では、置換元単語に対して概念の類似度の低い単語を利用してボケを生成している。これは、ユーザの発言に対して関連のない単語で聞き返すことで、ユーザにとって予想外の応答を実現し、不適合を生じさせることを狙っている。Q2におけるM1とBL間の検定では有意差が確認されておらず、返答に対する意外性の観点ではM1とBLは同程度のものであると考えられる。ここから、置換元単語に対して概念の類似度の低い単語を利用してボケを生成することは、ボケ単語候補群内の単語からランダムに選出された単語を用いる場合と同程度にユーザに意外性を感じさせられると考えられる。意外性の観点ではM1とBLが同程度であると考えられるが、Q1, Q4において有意差が確認されたことか

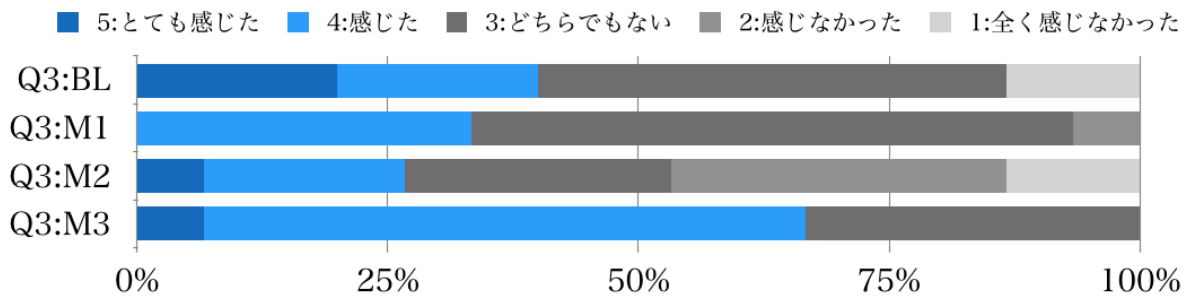


図 4.7: 実験1 Q3: ボケに納得感を感じたか (N=15)

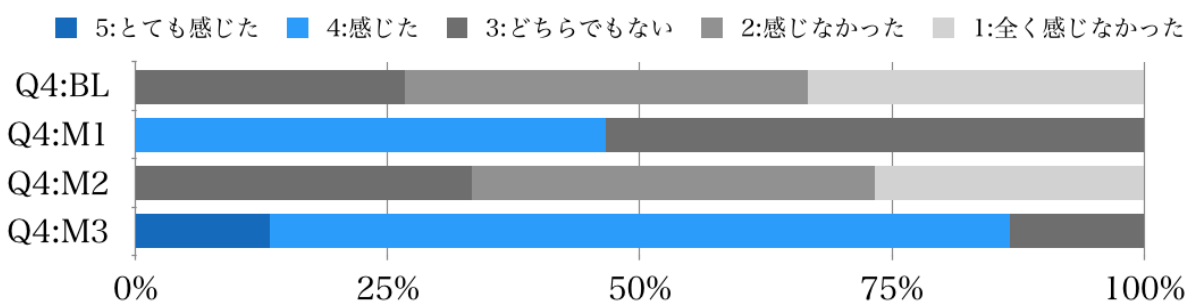


図 4.8: 実験1 Q4: 親しみを感じたか (N=15)

ら、ユーザへの返答に対するユーモア・親しみ感じやすさの観点でM1がBLよりも有効であることが示されている。この原因は、不適合の引き起こし方の違いにあると考える。具体的には、M1ではランダムに単語を選ぶのではなく意図的に概念の類似度の低い単語を出力しており、その意図を10回の入出力の中でユーザが察することで、エージェントへのユーモア・親しみの感じやすさがBLを上回った可能性がある。この考えについては今後も検証を行う必要がある。

以上より、ユーザにユーモア・親しみを感じさせるために、ボケの生成時に単語間の概念の類似度を考慮することは有効であったと判断できる。

#### 4.4.5 M2の考察

M2とBLの各質問への回答に対し、Wilcoxonの符号順位検定(p値の補正はBonferroni法を用いる)を行うと、全ての質問について有意差が確認されなかった。

この結果について考察を行う。置換元単語とボケ単語の発音が近い単語で聞き返すことで、単語間の発音の近さから、ユーザはボケの発言に納得しやすくなると予想されたがこれは覆された。これは、ユーザがエージェントのボケをボケとして認識できず、単なる聞き間違えと捉え、自身の発言とは異なる単語で聞き返された意図が理解できなかったためだと考えられる。

#### 4.4.6 M3の考察

M3とBL, M1, M2の手法間で各質問への回答に対し、Wilcoxonの符号順位検定(p値の補正はBonferroni法を用いる)を行うと、M3とBL間は、Q1, Q4について、M3とM1間は、Q1, Q4について、M3とM2間はQ1, Q2, Q4について5%水準で有意差が確認された。この結果について考察を行う。まず、ユーザがエージェントのボケに対して感じる意外性の観点では、ユーザの発言に対して類似度の低い単語で聞き返すことで、ランダムな単語を用いたり返答と同程度に意外性を感じさせられると考えられる。納得性の観点では、どの手法とも有意差が確認されなかった。しかし、Q3へ4以上の回答が行われた割合を確認すると、M3が最も高い結果となっている。このことから、ユーザがエージェントのボケに感じる意外性を保ちつつ、ユーザが納得できるようなボケがM3によって生成されたと考えられる。発音を近づけるのみのM2と意外性の観点で有意差が確認されなかった理由として、M2により選出される置換元単語に発音の近い単語が、ある程度置換元単語と概念が離れたものであったためと考えられる。例えば、表4.7のM2の例を確認すると、“ランニング”に対して、ランニングとは関連のないと思われる“カンニング”がボケ単語として選定されている<sup>‡</sup>。しかし、ユーモア・親しみの観点で有意差が確認されていることから、意図して置換元単語から類似度を低くすることが重要である可能性があ

<sup>‡</sup>“ランニング”と“カンニング”の類似度は0.18であり、“ランニング”と概念の類似度が高いと思われる“走る”との類似度は0.54であった。

る。ユーモア・親しみの観点では、BLやM1ともユーモア・親しみの有意差が確認できている。このことから、単に置換元単語から類似度を低くするだけでなく、発音を近づけることで、ユーザはエージェントのボケに対してユーモア・親しみを感じやすくなると思われる。

上記より、ユーザにユーモア・意外性・納得感・親しみを感じさせるためにボケ生成時に単語間の概念の類似度・発音の近さ、単語認知度の3要素を考慮することは一定の有効性があると考えられる。

## 4.5 実験2：ボケて返す対話型エージェントの検証

### 4.5.1 実験の目的

実験1の結果より、単語間の概念の類似度・発音の近さ、単語の認知度の3要素を考慮して生成したボケによって、ユーザはエージェントにユーモア・親しみを感じられると考えられる。しかし、実験1ではエージェントの応答が聞き間違えて聞き返すボケのみに留まるため、提案手法の有効性の検証には、実際の対話シーンでもユーザがエージェントにユーモア・親しみを感じられるか検証する必要がある。そこで提案手法の有効性の検証を進める上で、本実験では、H4-2（シンプルな対話シーンにおいて、ユーザの発言に対し、エージェントがボケを挟みながら対話できるようにすることで、ユーザがエージェントにユーモア・親しみを感じやすくなる）の検証を行うために、ユーザの入力が短く、話す内容がある程度固定化されたシーンをシンプルな対話シーンとして設定し、検証を行う[87]。この検証により、提案手法を既存のエージェントに導入した効果を明らかにする。具体的なシンプルな対話シーンとしては、実際にユーザが日常生活中にエージェントを利用する方法として想定される、特定の単語の意味について問いかけるシーンを想定する。この際、実際の対話シーンに近づけるために、エージェントは聞き間違えて聞き返すボケを行うだけでなく、ユーザに対して単語の意味について説明を行うようにする。

### 4.5.2 実験条件

本実験の実験協力者は20代の学生12名（うち男性11名、女性1名）である。実験協力者は全て著者の所属する研究内のメンバであった。実験2では、“【単語】について教えて?”と入力すると、質問への回答を行う一般的なエージェントを想定したBaseline (BL)と、質問への回答をユーモアを交えて行う提案手法 (M3) を用いた (実験1で用いたM3と同様の手法である)。

- **BL:** 【単語】のWikipedia記事の概要文の1文目を返す。

- **M3:** 実験1で用いたM3によるボケ出力の後、ユーザがボケられたことを認識しやすいように、“なーんてね”と表示し、その後【単語】のWikipedia記事の概要文の1文目を返す。

各手法の動作環境は、OSがCentOS 7, CPUがIntel Core i7 3.30GHz, RAMが16GBである。各手法の実行例を次に示す。

- BL  
エージェント：何について知りたい？  
ユーザ：放送局について教えて？  
エージェント：放送局とは、放送を行う事業者又は設備のことだよ
- M3  
エージェント：何について知りたい？  
ユーザ：放送局について教えて？  
エージェント：え、暴走族？  
エージェント：なーんてね  
エージェント：放送局とは、放送を行う事業者又は設備のことだよ

### 4.5.3 実験の手順

実験協力者には4.5.2項に示した2つのパターンを使用してもらい、表4.8に示すアンケートに5段階のリッカート尺度で回答してもらった(5:とても感じた～1:全く感じなかった)。各パターン使用時には、コーパス中の次の条件を満たす単語からランダムに選出された10個の単語を実験協力者自身に入力してもらった。

- コーパス内の出現回数が1,000回以上である
- 【単語】のWikipedia記事ページが存在し、【単語】から始まる概要文が書かれている

入力についてはキーボードを用い、出力については画面にテキストを表示する。実験協力者には、1回の入出力が終わるごとに、Q1, Q2に回答してもらった。そして、各パターンに対して10回の入出力を終えるたびに、Q3に回答してもらった。実験時、実験協力者に入力してもらう各単語が実験結果に与える影響を少なくするために、実験協力者が変わるとともに、10個の単語をランダムに選び直した。順序効果を相殺するために、実験協力者が使用するパターンが変わるたびに入力する単語の順番を変えた。さらに、実験協力者ごとに使用するパターンの順番もランダムに入れ替えた。

### 4.5.4 実験2の結果・考察

Q1への回答を図4.9に示す。“出力された返答にユーモアを感じたか”という質問に4以上と回答した実験協力者は、BLでは25.0%, M3では41.7%であった。BLとM3へ



表 4.8: 実験2：実験協力者への質問一覧

質問番号	質問内容
Q1	出力された返答にユーモアを感じたか
Q2	出力された返答に人間味を感じたか
Q3	エージェントに親しみを感じたか

の回答に Wilcoxon の符号順位検定を行うと、5%水準の有意差が確認できた。ユーザの発言に対して単語の意味に回答する前に一度ボケを挟むことは、ユーザが期待通りの応答をすぐに受け取れず、ユーモアを感じにくくなることが懸念されたが、実際にはユーザはエージェントのボケにユーモアを感じることができる結果を得ることができた。これは、聞き間違いボケが、本研究独自のものではなく、我々の日常生活シーンや、人々に親しまれている漫才でも行われるものであり、ユーザがこのボケを受け入れやすかったためだと考えられる。ここから、ただユーザの入力文に対して回答するのではなく、一度ボケを挟むことで、ユーザはエージェントの応答にユーモアを感じることができると考えられる。聞き間違いボケ以外でも同様の結果が得られるかどうかは検証を続ける必要がある。

続いて、Q2への回答を図4.10に示す。“出力された返答に人間味を感じたか”という質問に4以上と回答した実験協力者は、BLでは0%、M3では41.7%であった。BLとM3への回答に Wilcoxon の符号順位検定を行うと、5%水準の有意差が確認できた。既存のエージェントについては、ユーザの要望に関連の無い出力を行うことは少ない。本実験におけるBLでは、ユーザの発言に対してテンプレート通りに単語の説明のみを行う。このような機械的な応答が、ユーザのエージェントへの人間味の感じなさにつながったと考えられる。一方、M3では、ボケた後に単語の説明を行うというテンプレートに沿った会話形式であったものの、BLと比較して人間味をより感じられる結果となっている。これは、ユーザが適切に入力を行ったのにも関わらず、エージェントが誤って聞き間違えることで、エージェントに不完全さを感じ、結果として人間味を感じられるようになったと考えられる。ここから、機械的にユーザの入力文に対して回答するのではなく、一度聞き間違いを行うと、ユーザはエージェントに対して人間味を感じやすくなると考えられる。

Q3への回答を図4.11に示す。“エージェントに親しみを感じたか”という質問に“とても感じた”、“感じた”と回答した実験協力者は、BLでは8.3%、M3では33.3%であった。BLとM3への回答に Wilcoxon の符号順位検定を行ったが有意差は見られなかった。しかしBLへの回答を見ると4以上と回答した実験協力者は1名しかおらず、残りの実験協力者の回答は全て3以下であった。一方、M3への回答を見ると4以上と回答した実験協力者は5名、1と回答した実験協力者が0人であった。つまり1名の実験協力者の除き、BLよりもM3の方がユーザは親しみを感じやすくなる傾向があると考えられる。

以上のことから、ユーザの発言内容がある程度固定化されたシンプルな会話シーンにおいて、ユーザの発言に対してエージェントがボケを挟みつつ応答することは、ユーザがエージェントに対してユーモア・人間味・親しみを感じさせるのに有効であると考えられる。

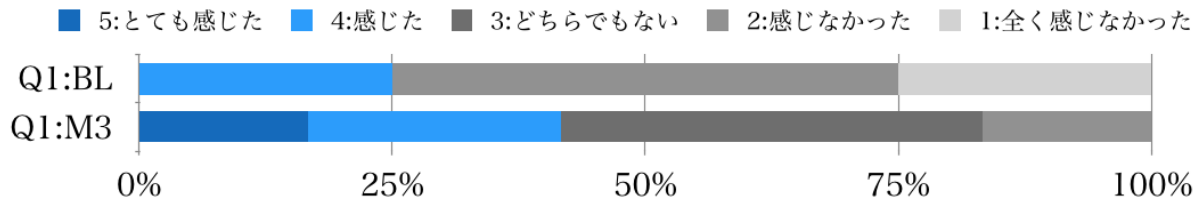


図 4.9: 実験2 Q1: 返答にユーモアを感じたか (N=12)

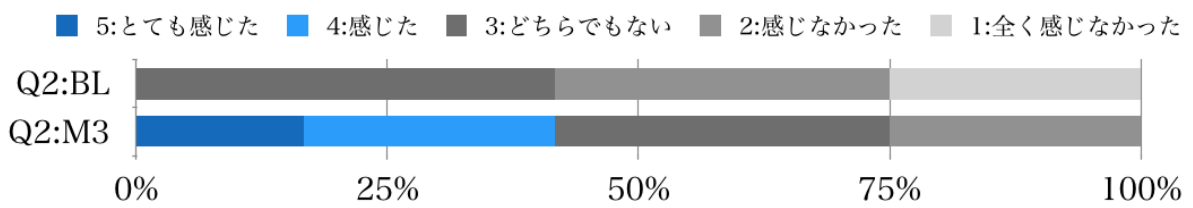


図 4.10: 実験2 Q2: 返答に人間味を感じたか (N=12)

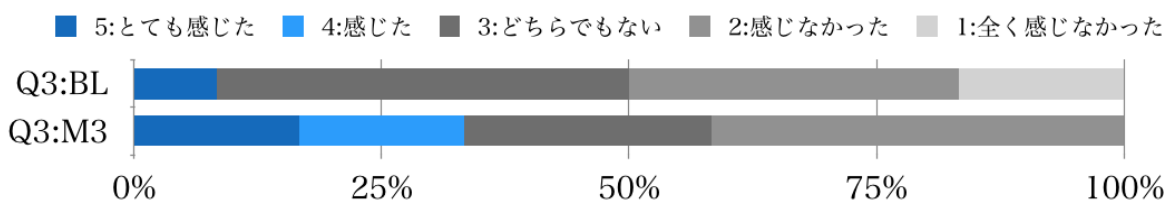


図 4.11: 実験2 Q3: 親しみを感じたか (N=12)

## 4.6 実験3：トピックを考慮してボケる対話型エージェントに関する検証

実験2により、特定の単語の意味について問いかけるようなシンプルな対話シーンにおける提案手法の有効性を確認することができた。提案手法の有効性の検証を進めるうえでは、より一般的なコミュニケーションシーンでもユーザがエージェントに対してユーモア・親しみを感じやすくなるか検証を行う必要がある。このため本実験では、H4-3（エージェントがボケを生成する際に、ユーザの入力におけるトピックを考慮することで、一般的なコミュニケーションシーンでもユーザがエージェントにユーモア・親しみを感じやすくなる）の検証を通し、ユーザが特定のルールに則った発言を行わないような一般的なコミュニケーションシーンでも、エージェントがユーザにユーモアを提示できるか明らかにする [88]。具体的には、置換元単語の位置や、ユーザの入力におけるトピックの考慮の有無の異なる手法間で、ユーザのエージェントに対するユーモア・親しみの感じやすさについて比較を行う。一般的なコミュニケーションシーンの一例として、最近、または、近日中に起こる嬉しいことや悲しいことに対する自分の気持ちを自身で考案した上でエージェントに入力してもらい、その返答にユーモアや親しみを感じられるかどうかについて検証する。

### 4.6.1 実験条件

本実験の実験協力者は20代の学生14名（うち男性11名、女性3名）である。実験協力者は全て著者の所属する研究内のメンバであった。実験では、置換元単語・ボケ単語選定時にトピックを考慮するか否かで分けた4つの手法（BL, M1, M2, M3）を用いて比較を行う。動作環境はOSがCentOS 7, CPUがIntel Core i7 3.30GHz, RAMが16GBである。全手法とも、エージェントの見た目・話し方などの外因を排除するため、入力はキーボード、出力はコンソール上でのテキスト表示とした。

- **BL:** 入力文中の先頭の単語を、その単語から意味が遠く、発音が近く、認知度が高い単語に置換する。実験2で用いたM3の手法であり、実験3におけるBaselineである。
- **M1:** 入力文中の先頭の単語を、入力文のトピックから意味が遠く、入力文中の先頭の単語と発音が近く、認知度が高い単語に置換する。ボケ単語をトピックを考慮して選定する手法である。
- **M2:** 入力文のトピックを最も表す単語を、その単語から意味が遠く、発音が近く、認知度が高い単語に置換する。置換元単語をトピックを考慮して選定する手法であ

る。

- **M3:** 入力文のトピックを最も表す単語を、入力文のトピックから意味が遠く、入力文のトピックを最も表す単語と発音が近く、認知度が高い単語に置換する。置換元単語・ボケ単語をトピックを考慮して選定する手法である。

#### 4.6.2 実験の手順

実験協力者にはまず、“最近または、近日中に起こる嬉しいことや悲しいことに対する自分の気持ちをエージェントに話すシーンを想像してください”と伝え、会話文を10件考えてもらった<sup>§</sup>。この際、実験協力者によって思い浮かべるエージェントの容姿の相違が実験に影響を与えないように、実験協力者が日常的に見かけているAIスピーカーのような見た目であると教示を行った。その後、4.6.1項に示した4つの手法に対しそれぞれ実験協力者が考えた10件の会話文を入力してもらい、出力を確認してもらった。4つの手法に対し10回の入出力を行わせた後、表4.9に示すアンケートに5段階のリッカート尺度で回答してもらった(5:とても感じた～1:全く感じなかった)。なお各手法を相対的に比較するために、それぞれの手法の結果を並べてアンケートに回答してもらった。Q1からQ3については1回の入出力ごとに回答してもらい、10回の入出力に対する回答の平均値を四捨五入した値をその手法における実験結果とした。Q4については各手法に対して1回ずつ回答してもらった。実験協力者が使用する手法が変わるたびに入力する文の順番を変え、順序効果を相殺した。さらに、実験協力者ごとに使用する手法の順番もランダムに入れ替えた。システムの仕様を聞いたことによって生じる先入観をなくすため、各手法の出力単語の生成方法は実験協力者には伝えなかった。実験協力者の考えた会話文と、その会話文を入力とした時の各手法における出力を一部抜粋したものを記す。例1・2のように、実験協力者の入力に対して手法間で異なる出力が行われていた。

- 例1

入力：先月、中学の友達と海外に行ってとても楽しかったな  
BL：【伝説】、中学の友達と海外に行ってとても楽しかったな？  
M1：【建設】、中学の友達と海外に行ってとても楽しかったな？  
M2：先月、中学の【所在地】と海外に行ってとても楽しかったな？  
M3：先月、中学の【装置】と海外に行ってとても楽しかったな？

- 例2

入力：好きなゲームの新作が発表されて嬉しい  
BL：え？【月】なゲームの新作が発表されて嬉しい？

<sup>§</sup>実装の都合上、Wikipedia コーパス内に存在しない単語のみからなる文ではシステムが動作しないため、実験協力者がこのような文を考案した場合は再考してもらった。さらに、ユーザの入力文が、単一のトピックを持つことを前提としている。

- M1：え？【武器】なゲームの新作が発表されて嬉しい？  
 M2：え？好きなゲームの【進学】が発表されて嬉しい？  
 M3：え？好きなゲームの【神学】が発表されて嬉しい？

一方、上述の指示にも関わらず、一部の実験協力者が文中の単語数が2つ以下という極端に短い入力を行うこともあり、その場合は例3のように、各手法は同じ出力となることもあった。しかし、このような文中の文字数が10文字未満となる短い入力は全実験協力者の入力の4.3%であり、実験結果に与える影響は大きくないと考えられる。

• 例3

入力：金欠気味で辛い

BL・M1・M2・M3：え？【新設】気味で辛い？

表 4.9: 実験3：実験協力者への質問一覧

質問番号	質問内容
Q1	出力された返答にユーモアを感じたか
Q2	出力された返答は意外だと感じたか
Q3	エージェントがボケていると認識できたと感じたか
Q4	エージェントに親しみを感じたか

### 4.6.3 実験結果・考察

実験協力者14名に考えてもらった会話文（計140文）について、置換元単語に対するボケ単語候補群内の単語数は平均312.5、標準偏差237.59、置換元単語候補数の平均は3.95、標準偏差0.70であり、計算時間は文中に含まれる単語1つにつき平均で0.02秒で処理できていた。

続いて、トピックを考慮した置換元単語の決定が適切に行われているか検証する。提案手法では、各入力文中で $s_t$ が最も高い単語が置換元単語となる。つまり、 $s_t$ が最も高い単語とそれ以外の単語群の $s_t$ 間に明確な差があるか否かが、置換元単語選定が適切に行われているか否かの1つの指標となる。これを確認するため、全入力文のうち置換元候補単語数が3以上の文<sup>¶</sup>について、各文中で $s_t$ が最も高い単語の $s_t$ の集合と、それ以外の単語群の $s_t$ の集合の間で、対応の無いt検定を行った<sup>‡</sup>。実験協力者14名に考えてもらった文のうち、置換元候補単語数が3以上の文は、88%だった。その結果、集合間には1%水準の有意差が認められ、置換元単語とそれ以外の単語群の間には明確な差があることが確認

<sup>¶</sup>1文中の単語数が2の場合は全単語の $s_t$ が等しくなり、1文中の単語数が1以下の場合 $s_t$ が計算できないため、この分析では1文中の置換元候補単語数が3以上のものを対象とした。

<sup>‡</sup>文間で $s_t$ を比較できるようにするため、各文中の全単語の $s_t$ が平均0、分散1になるよう正規化を行った。

できた。入力文と選定された置換元単語の例を下記に示す。これらの例のように、直感的にもトピックであると考えられる単語が置換元単語として選定できていることが分かる。

- 入力：車の教習所の授業が楽しかったよ  
置換元単語：教習所
- 入力：学会の発表が無事に終わってよかったよ  
置換元単語：学会
- 入力文：英語の論文の締め切りがもうすぐで怯えてるんだ  
置換元単語：論文

Q1への回答を図4.12に示す。各手法における実験協力者の回答が4以上となった割合は、全ての手法で0%であった。Wilcoxonの符号順位検定（p値の補正はBonferroni法を用いる）を行うと、M1・M3間で5%水準の有意差が認められた。また、BL・M3間、M1・M2間で10%水準の有意傾向が認められた。この結果について考察する。まず、今回実験協力者に考えてもらった嬉しいことや悲しいことの文を確認すると、多くの場合で文頭に“昨日”、“最近”、“明日”などの時期を表す単語を付けていることがわかった。BL、M1では実験協力者の入力の内容を問わず入力文中の先頭の単語を用いてボケを生成するため、このような時期を表す単語が時期を表さない別の単語に置き換わる。例えばM1では、“【最近】食べた牛タン弁当が美味しかったんだ”から、“【配信】食べた牛タン弁当が美味しかったんだ？”と聞き間違えボケが生成される。このように時期を表す単語が別の単語に置き換わることで、時制の情報の欠落や、ボケ単語の後の単語と連結させた際の用法の誤りがおきる。このような文としての不整合が、ユーザのユーモアの感じやすさに影響を与えているおそれがある。一方M2、M3では、置換元単語を文のトピックを最も表す単語としているため、生成されるボケの文としての不整合は起きにくいと思われる。例えば上述の入力例から、M2では、“最近食べた牛タン【元号】が美味しかったんだ？”，M3では、“最近食べた牛タン【銭湯】が美味しかったんだ？”というボケが生成される。これらのことから、置換元単語をトピックに最も近い単語にすることで、時制情報の欠落と、明示的な文法の誤りを防ぎつつ、ユーザにユーモアを感じさせられる可能性が示唆される。

Q2への回答を図4.13に示す。各手法における実験協力者の回答が4以上となった割合は、全ての手法で7.1%であった。Wilcoxonの符号順位検定（p値の補正はBonferroni法を用いる）を行ったところ、全手法間で有意差は認められなかった。これは、手法間でユーザの入力中の置換元単語の位置の違いや、ボケ単語選定時のトピックの考慮の有無の違いはあるものの、ユーザの視点としては、全手法が聞き間違えて聞き返してくるエージェントと認識されたためだと考えられる。このことから、ユーザのボケに対する意外性の感じやすさの観点では影響がないと考えられる。

Q3への回答を図4.14に示す。各手法における実験協力者の回答が4以上となった割合は、全ての手法で0%であった。Wilcoxonの符号順位検定（p値の補正はBonferroni法を用いる）を行うと、全手法間で有意差は認められなかった。この結果は、Q2の考察に関連し、手法間でエージェントのボケ方が同じだったためだと考えられる。統計的な有意差

が確認されなかったが、実験協力者の回答が3以上となった割合は、置換元単語とボケ単語の両方をトピックを考慮するM3が最も高くなり、両方においてトピックを考慮しないBLが最も低くなっている。このため、置換元単語とボケ単語の両方において、トピックを考慮することはボケへの納得感の向上について一定の有効性がある可能性がある。この理由を考える。実験協力者には複数の文を考案してもらったが、考案された文のうち、同じ単語を文頭に用いている場合が存在した。この場合、BLでは入力文の先頭の単語のみを考慮してボケを生成するため、各文にボケで返答する際に使用するボケ単語が同じものとなる。このため、ユーザが繰り返しエージェントと対話を行うと、ユーザはエージェントが意図して聞き間違えているようなボケを行っているのではなく、単に先頭単語を認識できていないとだけであると感じたと考えられる。一方、M3では、置換元単語をトピックを表す単語としているため、考案された文の文頭が同一でも、置換元単語が異なる場合が多い。置換元単語が同一の場合でも、文中のその他の単語の内容によって出力が異なる。このため、実験協力者がボケであると認識しやすくなった可能性がある。これらのことから、ボケを認識させやすくするには置換元単語、ボケ単語ともに、その選定時にトピックを考慮する必要がある可能性が示唆される。

Q4への回答を図4.15に示す。各手法における実験協力者の回答が4以上となった割合は、BLで28.6%、M1で14.3%、M2で42.9%、M3で57.1%であった。Wilcoxonの符号順位検定(p値の補正はBonferroni法を用いる)を行ったところ、全手法間で有意差は認められなかった。統計的有意差が確認されなかったが、Q4に対する4以上の回答の割合を確認すると、M3が最も高く、M1が最も低い結果となっている。また、5の回答が得られた手法は置換元単語をトピックを表す単語とするM2、M3のみであった。これらのことから、エージェントに親しみを感じさせやすくする手法として、置換元単語をトピックに最も近い単語にすることはある程度有効である可能性があると考えられる。これは、上述の考察に関連し、BL、M1では、置換元単語が文頭に固定されてしまい、生成されるボケが文として不整合が起きやすかったためだと考えられる。一方、M2、M3については、置換元単語の位置をユーザの入力中のトピックを表す単語にしているため、時期を表す単語など、置換されたときに文として不整合が起りやすい単語を置換元単語にすることが少ないと思われる。

以上より、一般的なコミュニケーションシーンにおいてエージェントがユーモア発話を行う際に、置換元単語選定時に文のトピックを考慮することで、ユーザはエージェントに親しみを感じやすくなる可能性があると考えられる。本実験では、置換元単語の位置については、置換元単語を文頭の単語にした場合と、トピックを最も表す単語にした場合の比較に留まっている。このため、置換元単語を文頭もトピックを最も表す場合でも無い単語にした場合との比較を行っていく必要がある。

最後に、ボケ単語選定時に $s_s$ 、 $s_p$ 、 $s_r$ の全てのスコアが、ユーモア・親しみを感じやすくするために有効であったかどうかを検証する。M3で選出されたボケ単語の $s_s$ 、 $s_p$ 、 $s_r$ とユーモアの感じやすさとの相関関係を表4.10に示す。表5に示すように、ユーモアの感じやすさについて、 $s_s$ は正の相関、 $s_p$ は弱い正の相関、 $s_r$ は弱い負の相関が確認された。 $s_s$ で正の相関、 $s_p$ は弱い正の相関が確認できたのは予想通りの結果と言える。例え

ば、 $s_s$  が低く、文のトピックの近い単語を用いたボケの例として、“今回の【東京】の旅はとても楽しかった”という入力に対し、“今回の【上京】の旅はとても楽しかった”というものがある。この場合、東京を上京として聞き間違えられているが、トピックとしての不整合がなく、ボケとして受け取られず、ユーモアを感じることなく対話が継続されると思われる。一方、 $s_s$  が高く、文のトピックの近い単語を用いたボケの例として、“今回の【東京】の旅はとても楽しかった”という入力に対し、“今回の【妄想】の旅はとても楽しかった”というものがある。この場合、トピックとしての不整合があり、ボケとして受け取られ、ユーモアを感じつつ対話が継続されると思われる。このことから、 $s_s$  の高さや低さは、ユーザのボケへのユーモアの感じやすさについて影響を与えていることが考えられる。

$s_p$  に弱い正の相関、 $s_r$  に弱い負の相関が見られていることから、 $s_s$  を高くすることのみが、ユーザのボケに対するユーモアの感じやすさに影響を与えるわけではないと考えている。 $s_p$  については、例えば上述の入力例に対して、 $s_p$  の低い単語である【イメージ】を用いて、“今回の【イメージ】の旅はとても楽しかった”とボケを行うことを考える。上述のボケでは、東京と妄想で発音が近いという共通項にユーザが気づき、ボケられたと理解した上でそのボケに対してユーモアを感じることができる。しかし、東京に対してイメージを用いる場合、妄想と概念の類似度が高い単語を用いているが、なぜその単語が用いられたのかユーザが理解できず、そのボケに対してユーモアを感じ取れなくなると思われる。 $s_r$  については、例えば上述の入力例に対して、 $s_r$  の高い単語である【情報】を用いて、“今回の【情報】の旅はとても楽しかった”とボケを行うことを考える。このボケは、ユーザが日常的に聞き慣れた単語であるため、突飛な発言であっても不適合が生じず、結果としてユーモアとして感じにくくなっていた可能性がある。認知度がユーザのボケに対するユーモアの感じやすさへ与える影響については検証を続ける必要がある。

以上より、文のトピックとなる単語を別の単語に聞き間違えて聞き返すボケについて、ユーザのボケへのユーモアの感じやすさを高める上で、トピックから概念が離れており、置換元単語と発音が近く、多少聞き慣れていない単語を用いることが有効と考えられる。

M3で選出されたボケ単語の  $s_s$ ,  $s_p$ ,  $s_r$  と親しみの感じやすさとの相関関係を表4.11に示す。表4.11に示すように、親しみの感じやすさについて、 $s_s$  は弱い正の相関、 $s_p$  は正の相関があることを確認できた。ここから、親しみを感じやすくするために、ボケ単語選出時に  $s_s$ ,  $s_p$  を考慮することは有効であったと考えられる。これは、エージェントの発言の意図の理解が関係していると考えている。特に  $s_p$  について、エージェントが発音の異なる単語に聞き間違える場合、ユーザがエージェントの聞き間違えの意図を汲み取れず、自身のことを理解してくれない相手と感じ、親しみも感じにくくなると考えられる。一方、エージェントが発音の近い単語に聞き間違える場合、エージェントがユーモアのある言い換えをしていることに気づき、エージェントへの親しみを感じやすくなったと考えられる。 $s_s$  については、上述の通り、エージェントのボケへのユーモアの感じやすさに重要な要素であると考えられ、親しみの感じやすさにも影響を与えていたと考えられる。 $s_r$  と親しみの感じやすさについては相関が見られなかった。今後は、 $s_r$  への重み付けの見直しや、ボケ単語選出時に  $s_r$  を考慮しない手法の検討も行っていく。



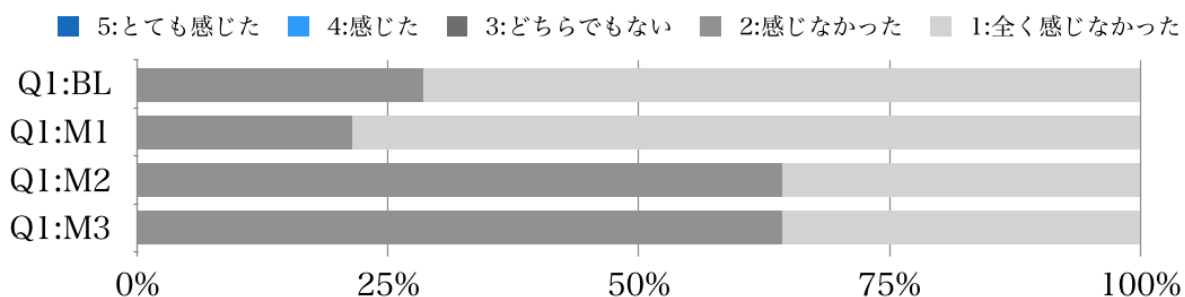


図 4.12: 実験3 Q1: 出力された返答にユーモアを感じたか (N=14)

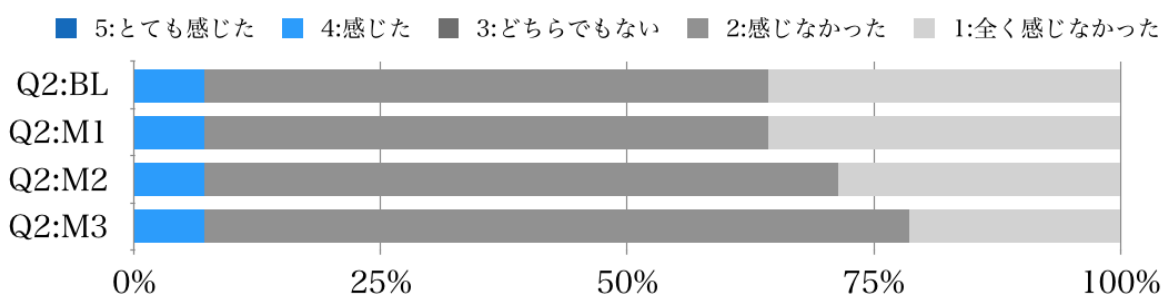


図 4.13: 実験3 Q2: 出力された返答は意外だと感じたか (N=14)

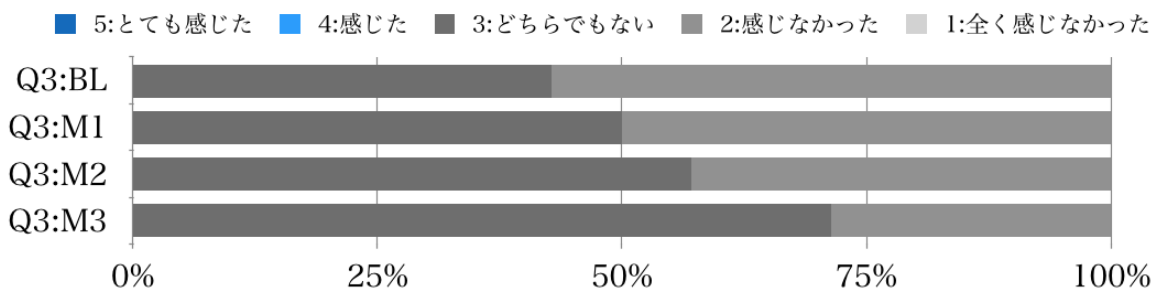


図 4.14: 実験3 Q3: エージェントがボケていると認識できたと感じたか (N=14)

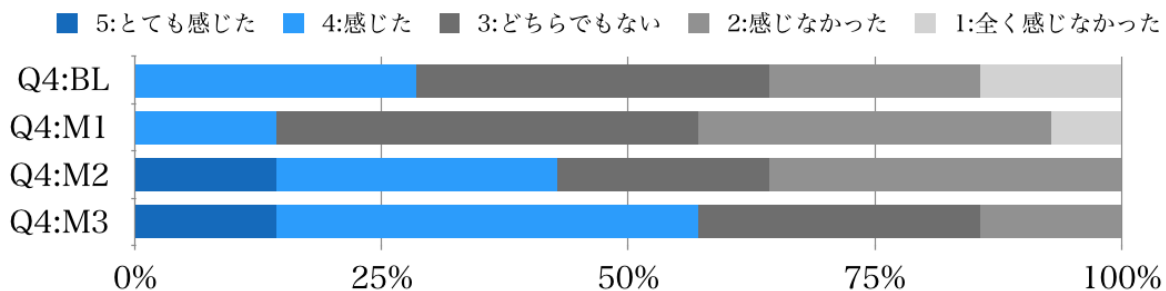


図 4.15: 実験3 Q4: エージェントに親しみを感じたか (N=14)

表 4.10: 実験3  $s_s, s_p, s_r$  とユーモアの感じやすさの相関関係

スコア	相関係数
$s_s$	0.63
$s_p$	0.33
$s_r$	-0.32

表 4.11: 実験3  $s_s, s_p, s_r$  と親しみの感じやすさの相関関係

スコア	相関係数
$s_s$	0.30
$s_p$	0.41
$s_r$	0.04

## 4.7 実験4：ボケて返す対話型エージェントの韻律的特徴に関する検証

対話型エージェントの典型的な出力として、テキスト出力の他に音声出力が挙げられる。本研究においても、エージェントはテキスト出力だけでなく、音声出力でボケを行い、ユーザにユーモア・親しみを感じさせられるようにすることを狙っている。しかし、発言の韻律的特徴が人に与える影響について研究 [5, 61, 62, 63, 64, 65] が行われているが、エージェントがどのような韻律的特徴でユーモア発言を行えば、ユーザがエージェントにユーモア・親しみを感じやすくなるのか明らかにされていない。そこで、人は話者の発話速度と声の高さによって話者への印象が変化することが明らかになっている [5] ことから、エージェントがボケる際の韻律的特徴のうち、発声時の速度と高さに着目する。この着目を元に、本実験では H4-4（エージェントがボケを音声出力で行う際に、音声の韻律の違いが、ユーザのエージェントに対する親しみやすさに影響を与える）の検証を通し、エージェントがボケる際の音声の速度と高さの違いが、ユーザのエージェントへの印象にどのような影響を与えるかを明らかにする [89]。

### 4.7.1 実験準備

本実験では、ユーザとエージェントの対話はそれぞれ音声で行う。ユーザ発言の音声認識では、Python の SpeechRecognition ライブラリを使用する。エージェントの音声出力には Open JTalk[90] を用いる。Open JTalk は、日本語テキストに基づいて音声を生成する HMM テキスト音声合成システムである。Open JTalk による音声合成では、音声の速さ・高さの調整が可能である。検証にあたり、本研究では表 4.12 に示す 9 種類の音声の速さ・高さの組み合わせを実装した。各条件の動作環境は、OS が Ubuntu 22.04.1, CPU が Intel Xeon CPU E5-1650 v4 3.60GHz, RAM が 16GB である。

本実験における通常の音声は、国内で高いシェアを誇っている Apple 製品に搭載されている音声アシスタントの Kyoko を参考に定義した。Kyoko は macOS・iOS に搭載されている日本語のテキスト読み上げ機能用の音声アシスタントである。Kyoko が“おはようございます”という文章を読み上げた際の音声の速さと高さを、音声分析ソフトウェアである Praat[91] を用いて計測したところ、音声の開始から終了までの時間が 1.04 秒、平均基本周波数が 224Hz であった。この音声の開始から終了までの時間と平均基本周波数を、本実験における通常の音声の速度・高さとする。

通常の音声より速い音声は、音声の開始から終了までの時間が通常の速さの音声より 0.5 倍の音声とする。通常の速さの音声より遅い音声は、音声の開始から終了までの時間が通常の速さの音声より 2 倍の音声とする。通常の高さの音声の平均基本周波数を 100% とした際に、通常の高さの音声より高い音声は、平均基本周波数が 156.25% の音声とする。通常の高さの音声より低い音声は、平均基本周波数が 64% の音声とする。これらの値は、内田らの研究 [5] の比較条件を参考に設定した。

志和ら [92] は、ユーザが好ましいと思われる、ユーザの入力からロボットの応答までの時間の検証を行っている。検証の結果、ユーザの入力から 1.0 秒後にエージェントが応答することで、ユーザのエージェントへの印象が良くなることが明らかにされている。このため、本実験におけるユーザの発言に対するエージェントの応答までの時間は、ユーザの音声入力終了してから 1.0 秒後に統一した。

表 4.12: 韻律の速さ・高さの組み合わせの異なる全ての条件

韻律の速さ/高さ	Normal	High	Low
Normal	C1	C4	C7
Fast	C2	C5	C8
Slow	C3	C6	C9

#### 4.7.2 実験条件・手順

本実験の実験協力者は 20 代の学生 10 名である（うち男性 8 名、女性 2 名）。実験協力者は全て著者の所属する研究内のメンバであった。実験協力者の半数は、Siri や Google アシスタントなどの対話型エージェントを日常生活で利用していた。実験協力者には、最近印象に残った出来事についてエージェントに話しかけることを想像し、最近起こった印象的な出来事について 9 種類の文を考えてもらった。実験協力者が自身で考えた文を用いて、表 4.12 に示す声の速さやピッチが異なる 9 つの条件のエージェントと、文が重複しないようにそれぞれ 1 回ずつ対話を行ってもらった。ユーザの発言に対するエージェントの応答は、4.6.1 項の M3 手法によって生成されたボケとした。実験協力者の考案した文の長さに違いがある場合、条件ごとにエージェントの発言の長さが異なる。このことが実験への影響を与えることを防ぐために、出力はボケ単語のみとした。具体的な出力例を示す。

- 入力：最近食べた**果物**が美味しかったんだよ  
出力：え、【強者】？
- 入力：水族館で**ペンギン**は人気者だ  
出力：え、【エンジン】？

実験協力者とエージェントの対話はPCを用いて行った。この際、外部の雑音などが実験へ影響を与えることを避けるために、実験参加者にはヘッドセットを装着してもらった。さらに、一人の実験者を除いて、誰も実験場所に入らなかった。

各条件下で実験協力者の発言に対するエージェントの応答を聞いてもらった後に、実験参加者には表4.13に示す7段階のリッカート尺度（7：とても感じた～1：全く感じなかった）で回答するアンケートを行った。なお、実験協力者の聞き逃しを防ぐために、各条件とも同じエージェントの出力を2回行わせた。エージェントから同一の出力が行われることは、実験協力者に事前に教示した。

表 4.13: 実験4：実験協力者への質問一覧

質問番号	質問内容
Q1	出力された返答にユーモアを感じましたか
Q2	エージェントに親しみを感じましたか
Q3	エージェントと会話を続けたいと思いましたか

### 4.7.3 実験結果・考察

C1からC9の各条件に対するQ1からQ3への回答を図4.16から図4.18に、各質問への5以上の回答の割合を表4.14に示す。条件間で各質問への回答について、一元分散分析を行ったところ、すべての質問について、条件間で有意差が確認されなかった。さらに、すべての質問について、発声時の速さと高さの2因子について二元配置分散分析を行った結果、各条件に有意差は確認されなかった。

条件間で統計的な有意差は確認されなかったものの、エージェントがボケを行う際の韻律的特徴の違いがユーザに与える影響を考察するために、各条件の各質問への回答に対する5以上の割合に着目する。

実験協力者のC4（Normal/High）条件の、Q1からQ3に対する回答のうち、5以上と回答した割合を確認すると、全ての質問について50%を上回っている。さらに、C4（Normal/High）条件の5以上と回答した割合は、Q1からQ3の全ての質問で、他の条件の5以上と回答した割合を上回っていた。この理由を考察するために、実験参加者にインタビューを行ったところ、エージェントの声が少し高い方が、キャラクターがあり、親しみやすいという声があった。このことから、エージェントの声を高くしている、C5（Fast/High）、C6（Slow/High）条件にも目を向ける。C5（Fast/High）条件のQ1からQ3に対する回

答のうち、5以上と回答した割合を確認すると、Q1、Q2では0%、Q3では20%と低い結果となっている。C6 (Slow/High) 条件のQ1からQ3に対する回答のうち、5以上と回答した割合を確認すると、Q1については20%と低くなっているものの、Q2、Q3ではそれぞれ40%、50%となっており、約半数からは肯定的な意見が得られている。このことから、ボケる際の音を高くするだけではなく、声の速さを通常にしたり、遅くしたりすることが、ユーザのエージェントに対する親しみ・対話継続意欲の向上に対して有効である可能性が示唆された。特に、速さが通常かつ高い声でボケることで、ユーザのエージェントに対する親しみ・対話継続意欲だけでなく、エージェントのボケに対するユーモアの感じやすさも向上する可能性が示唆された。

続いて、C5 (Fast/High) 条件のQ1からQ3に対する回答のうち、5以上と回答した割合がそれぞれ低くなっていたことから、エージェントの声の速さが速い場合のC2 (Fast/Normal)、C8 (Fast/Low) に目を向ける。C2 (Fast/Normal) 条件のQ1からQ3に対する回答のうち、5以上と回答した割合を確認すると、Q1、Q2、Q3でそれぞれ20%、10%、30%と低い結果となっている。C8 (Fast/Low) 条件のQ1からQ3に対する回答のうち、5以上と回答した割合を確認すると、Q1、Q2、Q3でそれぞれ20%、10%、0%と、こちらも低い結果となっている。実験協力者へインタビューを行った際にも、エージェントの発言が聞き取りづらく、混乱したという声があった。このことから、エージェントの声の速さを速くすることは、ユーザのエージェントのボケに対するユーモアの感じやすさ、エージェントへの親しみの感じやすさ、エージェントとの会話継続意欲の向上には適さない可能性が示唆された。

以上より、エージェントのユーモア発言時の声の速さや高さの違いがユーザのエージェントの発言に対するユーモアの感じやすさ、エージェントへの親しみの感じやすさ、エージェントとの会話継続意欲に与える影響は統計的には有意差が確認されなかったものの、ボケる際に声の速さが通常かつ高くすることが重要である可能性が示唆された。加えて、エージェントの音声の速さを速くすることは、ユーザのエージェントのボケに対するユーモアの感じやすさ、エージェントへの親しみの感じやすさ、エージェントとの会話継続意欲の向上には適さない可能性が示唆された。

## 4.8 結論

4.4節から4.7節の実験結果を踏まえ、4.3節で立てた次の4つの仮説に対する結論を述べる。

- H4-1: ユーザがエージェントに親しみを感じやすくなるようなボケの生成には、 $s_s$ ,  $s_p$ ,  $s_r$  の全てを考慮する必要がある。
- H4-2: シンプルな対話シーンにおいて、ユーザの発言に対し、エージェントがボケを挟みながら対話できるようにすることで、ユーザがエージェントに親しみを感じやすくなる。

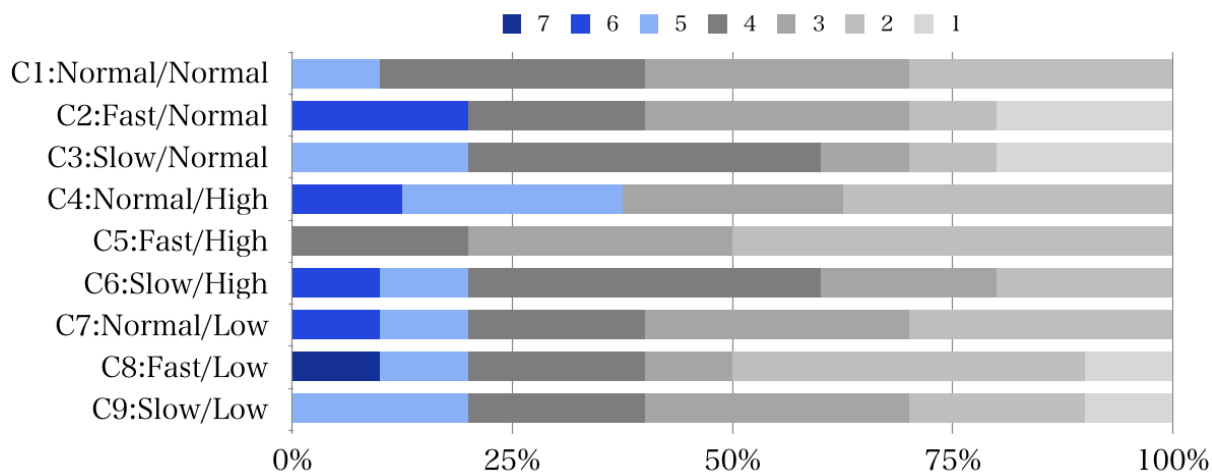


図 4.16: 実験 4 Q1: 出力された返答にユーモアを感じましたか (N=10)

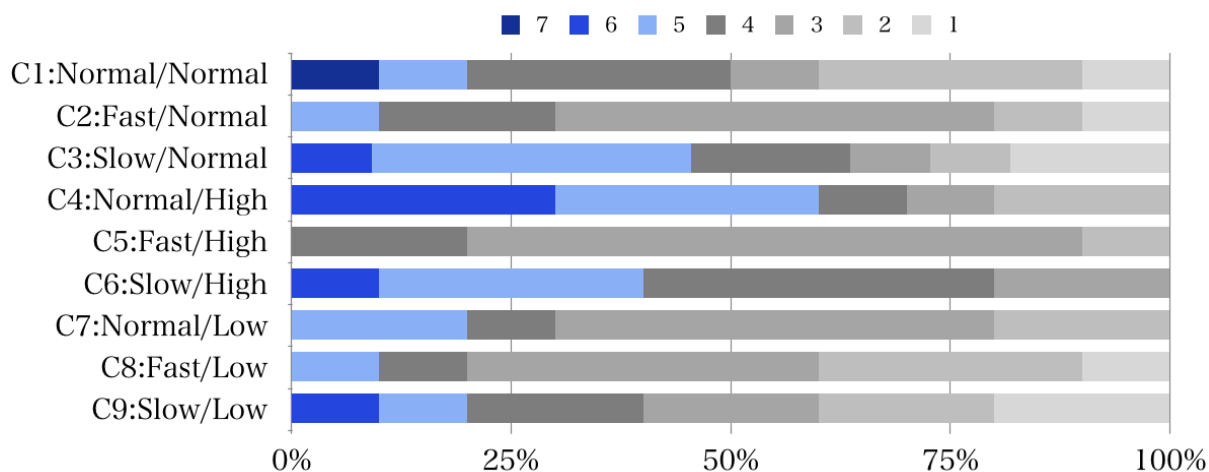


図 4.17: 実験 4 Q2: エージェントに親しみを感じましたか (N=10)

表 4.14: 実験 4 各質問の 5 以上の回答の割合 (N=10)

Speed/Pitch	Q1:Humor	Q2:Familiarity	Q3:Motivation
C1:Normal/Normal	10%	20%	40%
C2:Fast/Normal	20%	10%	30%
C3:Slow/Normal	20%	50%	50%
C4:Normal/High	50%	60%	60%
C5:Fast/High	0%	0%	20%
C6:Slow/High	20%	40%	50%
C7:Normal/Low	20%	20%	30%
C8:Fast/Low	20%	10%	0%
C9:Slow/Low	20%	20%	40%

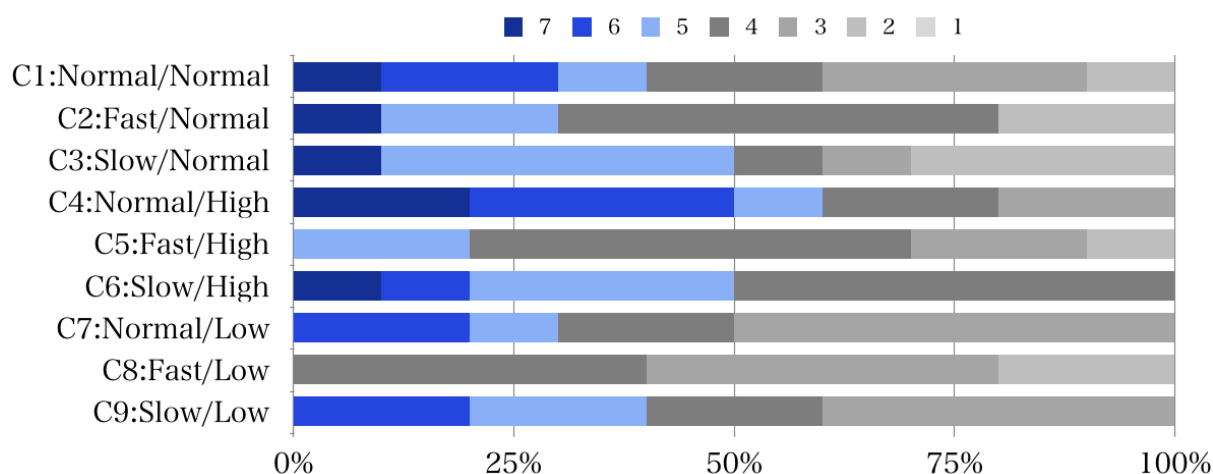


図 4.18: 実験 4 Q3: エージェントと会話を続けたいと思いましたか (N=10)

- H4-3: エージェントがボケを生成する際に、ユーザの入力におけるトピックを考慮することで、一般的なコミュニケーションシーンでもユーザがエージェントに親しみを感じやすくなる。
- H4-4: エージェントがボケを音声出力で行う際に、音声の韻律の違いが、ユーザのエージェントに対する親しみやすさに影響を与える。

4.4.3 項で述べたように、ユーザに親しみを感じさせるには、単語間の概念の類似度だけでなく、単語間の発音の近さ、単語の認知度も考慮した方がより有効であったと考えられる。従って H4-1 について次のような結論が導出される。

**R4-1:** ユーザがエージェントに親しみを感じやすくなるようなボケの生成には、 $s_s$ ,  $s_p$ ,  $s_r$  を考慮する必要がある。

次に 4.5.4 項で述べたように、シンプルな対話シーンにおいて、ただユーザの入力文に対して回答するのではなく、一度ボケを挟むことで、ユーザはエージェントの応答に親しみを感じることができると考えられる。従って H4-2 について次のような結論が導出される。

**R4-2:** シンプルな対話シーンにおいて、ユーザの発言に対し、エージェントがボケを挟みながら対話できるようにすることで、ユーザがエージェントに親しみを感じやすくなる。

続いて 4.6.3 項で述べたように、置換元単語をトピックに最も近い単語にすることで、一般的なコミュニケーションシーンでもユーザはエージェントの応答に親しみを感じることができると考えられる。従って H4-3 について次のような結論が導出される。

**R4-3** : エージェントがボケを生成する際に、ユーザの入力におけるトピックを考慮することで、一般的なコミュニケーションシーンでもユーザがエージェントに親しみを感じやすくなる可能性がある。

最後に 4.7.3 項で述べたように、エージェントが高い声でユーモア発言をすることで、ユーザのエージェントに対する親しみの感じやすさがそれぞれ向上すると考えられる。さらに、エージェントの音声の速度を速くすることは、ユーザのエージェントに対する親しみの感じやすさの向上には適さない可能性があると考えられる。従って H4-4 について次のような結論が導出される。

**R4-4-1** : エージェントがボケを音声出力で行う際に、音声の高さを上げることで、ユーザがエージェントに親しみを感じやすくなる。

**R4-4-2** : エージェントがボケを音声出力で行う際に、音声の速さを上げることで、ユーザがエージェントに親しみを感じにくくなる。



## 第5章 複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システムの研究

本章では、3章で提案した、ユーザとの対話中に2体のエージェントを用いて相補的にユーモア発言を行う手法における、ボケエージェントに対して指摘を行うエージェントの具体化・実装方法について述べる。以降、ボケエージェントに対して指摘を行うエージェントをツッコミエージェント、ツッコミエージェントの指摘をツッコミと表記する。

## 5.1 複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システムの提案

4章で述べた手法により、3.1節で述べた、既存のユーモア生成手法の事前準備と双方向性の観点の問題はある程度解決したと言える。しかし、4章で提案した手法は、話題の保持の観点で未だ問題が存在する。具体的には、4章で提案した手法などの、ユーザとのコミュニケーション中に動的に生成したユーモア表現をエージェントに行わせる手法 [38, 39] は、ユーザとエージェントが1対1でコミュニケーションをすることを前提としており (図4.1)、エージェントがユーモア表現を行ったとき、会話を継続するにはユーザが会話の話題を保持する言葉を自身で考えたうえで会話を推進する必要がある。このため、エージェントが対話中にユーモア表現を行うことが、ユーザにとって負担となっていた。4章で提案した手法を用いた例を次に示す。

**ユーザ:** 将来は裁判官を目指してみたいんだ

**ボケエージェント:** え、アイアンマン?

**ユーザ:** アイアンマンじゃなくて裁判官だよ。で、これから目指す上で何から始めればいいのか悩んでるんだ。

このように、ボケエージェントの聞き間違えるボケにより、ユーザはボケに対してユーモアを感じられるものの、その後の会話を継続するためにはユーザはボケエージェントの聞き間違いを指摘して会話の話題を保持する必要がある。

この問題の解決には、ユーザの代わりに指摘を行ってくれるようなツッコミエージェントを新たに用意し、“なんでだよ!”や、“【ボケ単語】じゃないよ!”といった定型文でツッコミエージェントにツッコミを行わせる方法が考えられる。しかし、このようにツッコミエージェントがユーザの発言やボケの内容を考慮しない単純かつ機械的なユーモア性の無いツッコミを行うと、ユーザは指摘を行うツッコミエージェントに対して無機質な存在であるという印象を強め、親しみを感じにくくなる恐れがある。具体例を下記に示す。

**ユーザ:** 将来は裁判官を目指してみたいんだ。

**ボケエージェント:** え、アイアンマン?

**ツッコミエージェント:** アイアンマンじゃなくて裁判官だって!それは良かったね!それで?

**ユーザ:** これから目指す上で何から始めればいいのか悩んでるんだ。

従って、本研究ではユーザの発言やボケを元に、それらの内容を咀嚼しつつ、ユーモアのあるツッコミを動的に生成できるようにすることを目指す。さらに、ツッコミエージェントが行えるツッコミの種類が1つに限定されている場合、ユーザのエージェントらとの対話継続意欲が早期に無くなる恐れがある。既存研究においても、ユーザとのコミュニケーション時に多様なユーモアスタイルを使うエージェントは我々の知る限り見つかっておらず、対話表現が限定されている。このため、ツッコミエージェントが行えるツッコミの種類を複数にし、ユーザのエージェントらとの対話継続の意欲を維持できるようにすることも行う。

本提案は、4章で提案した手法にツッコミエージェントを導入する。ツッコミエージェントが行う複数種のツッコミを考える上で、安部 [93] が7類型に分類したツッコミの型を参考にする。実際に漫才師が行うツッコミはこの7類型を基本とし、それぞれの類型を複合させる形で構成されていると論じている。本研究では、安部の述べる7類型のうち、否定型、意味指摘型、否定感想型を用いて3種のツッコミの実現を実現する。

1種類目は否定型を参考にしたシンプルツッコミである。否定型のツッコミは、“なんでやねん!”, “そんなアホな!”, “おーい!” など、直前のボケを否定または非難を行う。国内の日常会話中に使われることもしばしば確認することができ、親しみを感じやすいツッコミだと考え、本研究でもこのツッコミを取り入れる。

1種類目のシンプルツッコミは、発言自体が形式化しており、実質的には内容をあまり持たないきわめてオーソドックスなツッコミとされている。このため、ツッコミエージェントが会話の内容を咀嚼しているとユーザが感じられるようなツッコミが必要となる。そこで、2種類目のツッコミとして、意味指摘型と否定的感想型を組み合わせた言い換えツッコミを取り入れる。意味指摘型のツッコミは、ボケの発言を肯定したときに生まれる文脈的に新しい意味に触れる型とされている。否定的感想型のツッコミは、否定型とは異なり、ツッコミの発言自体が形式化されておらず、ボケの意味に踏み込んだ感想を否定的に述べる型とされている。これらの型を組み合わせ、ユーザの発言やボケ単語をそのまま利用して否定するツッコミではなく、それらの単語から文脈的に新しい意味に触れるツッコミを行うことで、ツッコミエージェントが会話の内容を咀嚼しているとユーザに感じさせることができると思われる。従って言い換えツッコミでは、ボケ単語を同義語に言い換えたり、その単語から想起できる動作表現を用いたりすることで指摘を行う。これにより、ツッコミエージェントが、ボケエージェントの発言内容を咀嚼した上で指摘をしているような印象をユーザに与えられ、ユーザがツッコミエージェントに親しみ・ユーモアを感じやすくなると思われる。

3種類目のツッコミとしてノリツッコミを取り入れる。ノリツッコミは、意味指摘型と否定的感想型を組み合わせたツッコミとされており [93]、単にボケを指摘する通常のツッコミとは異なり、一旦ボケを指摘せずにボケの話題に合わせてボケた後に、ふと我に返ったかのようにボケの発言を指摘をして会話の話題を保持する手法である [94]。例えば、“お皿洗うからスポンジ取って”という発言に対してボケ役がスポンジではなく消しゴムを渡すボケをする。これに対し、“そうそう、それじゃあ早速消しゴムでお皿をゴシゴシして

～”と一旦ボケの話題に合わせてボケた後に，“って、スポンジだよ！”とツッコミをいれてボケに指摘を行う。これに従い、取り入れるノリツッコミについても、ユーザの発言に対してボケエージェントがボケた後、一旦ツッコミエージェントにもボケエージェントに合わせてボケた後に指摘を行わせる。ノリツッコミは、2種類目の言い換えツッコミと同様に意味指摘型と否定的感想型を組み合わせたツッコミであるが、言い換えツッコミはボケを一方的に否定するのに対し、ノリツッコミでは一方向的にボケを否定せずに一旦ボケの話題に合わせて合わせる点で異なる。

複数対話型エージェント環境において、ユーザは、エージェントとのインタラクションが複雑化すると混乱を感じやすいことが分かっている [95]。このため、3種のツッコミを取り入れる上で、ユーザとエージェントのインタラクションが複雑化しないよう、完全な自由形式で対話を行うのではなく、テンプレートに沿ってユーザと各エージェントが対話を行うようにする (図 3.4)。提案方式によるユーザとエージェントの対話形式は次のようになる。

- Step 1: ユーザがエージェントたちに語りかける。
- Step 2: ボケエージェントがユーモア発言を行う。
- Step 3: ツッコミエージェントがボケエージェントに指摘する。
- Step 4: ツッコミエージェントがユーザとの会話を継続する。

## 5.2 複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システムの構築

4章のボケエージェントと5.1節で述べたツッコミエージェントを用いた、複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システムの構築方法について述べる。本システムの全体図を図 5.1 に示す。全体図中の漫才生成部がボケ・ツッコミを生成する部であり、漫才生成部はボケ生成部とツッコミ生成部からなる (図 5.2)。ボケ生成部はユーザの発言内の単語をもとにボケを生成する。ツッコミ生成部はボケ生成に使用されたユーザ発言中の単語と、ボケ単語をもとにツッコミを生成する。

ボケ生成部は、4.2節で示したボケの生成方法と同様の方法を用いる。このため、本章ではボケの生成に関する記述は省略し、ツッコミ生成部の実現方法と、生成されたボケ・ツッコミを用いた対話例を示す。以降、ボケエージェントをBA、ツッコミエージェントをTAとする。

ツッコミ生成部は、ユーザ・BAの発言を元に、シンプルツッコミ、言い換えツッコミ、ノリツッコミの3種のツッコミを生成する。シンプルツッコミは、多くの漫才師が使用するテンプレート文を用いて生成する。言い換えツッコミ、ノリツッコミは、ユーザ・BAの発言中の単語の類義語や、関連する動作表現を使って生成する。各ツッコミの生成を行う上で、事前準備としてWikipediaの日本語記事全文から、ツッコミに用いる単語の候補 (以降、ツッコミ単語候補群) の抽出を行う。この処理は、4.2.1項と同様となるため、説

明を省略する。以降、それぞれのツッコミの生成方法について具体的に述べる。

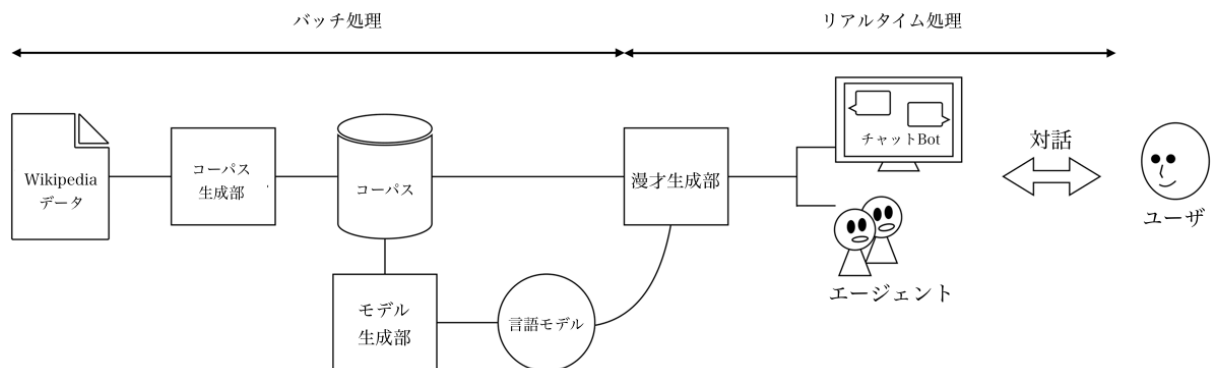


図 5.1: システムの全体像

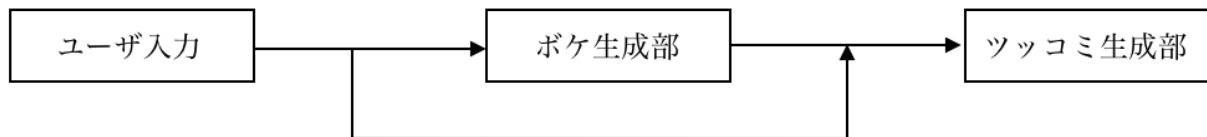


図 5.2: 漫才生成部の全体図

### 5.2.1 シンプルツッコミの生成

シンプルツッコミは、TAがユーザ・BAの発言内容を考慮しないツッコミ手法である。シンプルツッコミは、多くの漫才師が使用する“なんでやねん！”を用いて作成したテンプレートに置換元単語を当てはめることで生成する。具体的なテンプレート文は以下である。

**シンプルツッコミ:**

“なんでやねん！【置換元単語】だって！”

### 5.2.2 言い換えツッコミの生成

言い換えツッコミは、ボケと似た別の言葉に言い換えたり、ボケから想起できる言葉に言い換えたりしてボケを指摘した上で会話の話題の保持を行う手法である。言い換えツッコミの生成にはBAのボケを考慮する。具体的には、ボケ単語の同義語や関連する動作表現（以下、この2つを同義言い換えツッコミ語、動作言い換えツッコミ語とする。）を用いることでボケを考慮したツッコミを生成する。

同義言い換えツッコミ語の取得方法について説明する。同義言い換えツッコミ語は、EDR 電子化辞書 [96] 内の、EDR コーパスと日本語単語辞書を利用して取得する。EDR コーパスとは、新聞や雑誌などから無作為に抽出した約 20 万文の日本語コーパスと、約 12 万文の英語コーパスをもとに構成される言語データである。コーパス内の各単語にはその使用頻度が定義されている。日本語単語辞書とは、かな表記や発音、品詞や活用情報、概念説明や概念識別子といった様々な情報を付与した単語群が格納されたものである。日本語単語辞書内の単語は、16 進数の番号で構成された概念識別子が単語の意味ごとに付与されている。同義・上位・下位語同士には同じ概念識別子が付与されており、この特徴を利用して、ボケ単語と同じ概念識別子が付与された、ボケ単語の同義・上位・下位語全てを日本語単語辞書内から取得する（以降、取得された単語群を同義語単語候補群とする）。概念識別子を利用して取得される単語には、ボケ単語の同義・上位・下位語ではあるが、意味が類似していないと思われる単語が存在する（例：“怪物” の上位語が“物”）。従って同義語単語候補群内の単語のうち、ボケ単語と最も類似度が高い単語を、同義言い換えツッコミ語とする。同義語単語候補群内のそれぞれの単語とボケ単語の類似度は、Word2Vec の similarity メソッドを用いて算出する。なお、取得した同義語単語候補群からボケ単語と読み方が同じ単語を除外する。これは、同じ読み方である単語をツッコミに用いると、TA が機械的に BA のボケをオウム返ししているだけであるという印象を与える可能性があるためである。さらに、Wikipedia コーパス内での出現回数が 1,000 回以下の単語はユーザが理解しにくいと考え、同義語単語候補群から削除する。

続いて、動作言い換えツッコミ語の取得方法について説明する。動作言い換えツッコミ語は、ツッコミ単語候補群内の単語のうち、ボケ単語と最も概念の類似度が高い動詞を用いる。具体的には、Word2Vec の most similar メソッドを利用し、ツッコミ単語候補群内の単語のうちボケ単語との類似度が上位 10,000 件以内の単語を品詞を問わず取得し、さらにその中で最もボケ単語と類似度が高い動詞を取得する。取得された動詞を、最もボケ単語に関連する動作表現とみなし、これを動作言い換えツッコミ語とする。対象とする単語を類似度が上位 10,000 件以内の単語に絞ることで、ボケ単語との関連の無い動作表現を動作言い換えツッコミ語とすることを防ぐようにしている。

取得した同義言い換えツッコミ語と動作言い換えツッコミ語を組み合わせた具体的なテンプレート文は以下である。

#### 言い換えツッコミ:

“【同義言い換えツッコミ語】か！、なんで【動作言い換えツッコミ語】なきゃいけないんだよ！”

このとき、テンプレート文に合わせるため、動作言い換えツッコミ語は未然形に変換する。以下に出力例を示す。

- ユーザ：裁判官になるために勉強している  
BA：え？体育館  
TA：ジムか！なんでやわらげなきゃいけないんだよ！

- ユーザ：朝の電車はいつも座れないがたまたま座れたんだ  
BA：え？NASA  
TA：アメリカ航空宇宙局か！なんで打上げなきゃいけないんだよ！
- ユーザ：地球の温度変化についていけないよ  
BA：え？喧嘩？  
TA：大立ち回りか！なんでやりあわなきゃいけないんだよ！
- ユーザ：味噌汁が美味しくて嬉しいんだ  
BA：え？ミサイル？  
TA：爆弾か！なんで撃ち落とさなきゃいけないんだよ！
- ユーザ：バイト代が振り込まれた  
BA：え？戦い？  
TA：運動会か！なんで戦わなきゃいけないんだよ！
- ユーザ：品切れになってたけど、再入荷してやっと買ったんだよ  
BA：え？フィナーレ？  
TA：終幕か！なんで締めくくらなきゃいけないんだよ！
- ユーザ：前から行きたかった場所に行けて嬉しいんだ  
BA：え？苗？  
TA：胚芽か！なんで植えなきゃいけないんだよ！
- ユーザ：公園で散歩するのが日課になってきているんだ  
BA：え？挑戦？  
TA：チャレンジか！なんで挑まなきゃいけないんだよ！
- ユーザ：頭を使うときはチョコレートが必須だよ  
BA：え？ノミネート？  
TA：任命か！なんで選ばなきゃいけないんだよ！
- ユーザ：今やコンピュータは一人一台が当たり前の時代だね  
BA：え？子守唄？  
TA：童歌か！なんで唄わなきゃいけないんだよ！
- ユーザ：何事もバランスが大事だね  
BA：え？バカンス？  
TA：バケーションか！なんででかけなきゃいけないんだよ！

4.2節で示した方法で生成したボケをもとに、同義言い換えツッコミ語か動作言い換えツッコミ語のどちらかが取得できなかった場合、ボケ単語を変更して、再度同義言い換えツッコミ語と動作言い換えツッコミ語の取得を行う。具体的には、ボケ単語候補群内の単

語のうち、次に  $s_h$  が高くなる単語をボケ単語と再設定し、新しいボケ単語をもとに再度同義語ツッコミ単語と動作ツッコミ単語の取得を行う。

### 5.2.3 ノリツッコミの生成

ノリツッコミは、単にボケの発言を指摘する通常のツッコミとは異なり、一旦ボケを指摘せずにボケの話題に合わせてボケた後に、ふと我に返ったかのようにボケの発言を指摘をして会話の話題の保持を行う手法である [94]。例えば、“お皿洗うからスポンジ取って”という発言に対してボケ役がスポンジではなく消しゴムを渡すボケをする。これに対し、“そうそう、それじゃあ早速消しゴムでお皿をゴシゴシして～”と一旦ボケの話題に合わせてボケた後に、“って、スポンジだよ！”とツッコミをいれて会話の話題の保持を行う。

従って本研究におけるノリツッコミは、TA が BA のボケへの指摘・会話推進を行う前に、一度 BA と同じようにボケを行い（ノリ）、その後ふと我に返ったかのように BA に指摘・会話推進を行う（ツッコミ）ようにする。本研究でノリツッコミを生成する際には、プロの漫才師がノリツッコミを行う際に多く使用していると考えられる“そうそう、〇〇して～...って△△だよ！”というテンプレートを用いる。このテンプレートをもとにツッコミを生成する際、2点の工夫を行う。1点目としてツッコミ生成時にはユーザと BA の両方の発言を考慮する。これにより、ユーザが、自身・BA・TA の三者で対話を行っている感覚を強めることを狙う。2点目として、ツッコミ中に用いる単語を BA の発言中の単語を別の表現に言い換えるようにする。これは、TA が BA の発言をそのまま使用するような単純かつ機械的な指摘を行うと、ユーザは TA に対して無機質な存在であるという印象を強め、ユーモアを感じにくくなる恐れがあると考えたためである。上記の工夫を踏まえ、本研究ではボケ単語の同義語（以降、同義ノリツッコミ語）と、置換元単語から連想される動作表現（以降、動作ノリツッコミ語）を、以下に示すテンプレートに沿って用いることでノリツッコミを生成する。

#### ノリツッコミ:

“そうそう【同義ノリツッコミ語】【動作ノリツッコミ語】...って【置換元単語】だよ！”

“そうそう【同義ノリツッコミ語】【動作ノリツッコミ語】”がノリ、“...って【置換元単語】だよ！”がツッコミである。ノリからツッコミに移る際には、TA がふと我に返ったかのような印象を与える方法を検討し、テンプレートに挿入する動作ノリツッコミ語の活用形を連用形にすることや、動作ノリツッコミ語の後に助動詞を用いないようにした。

同義ノリツッコミ語は、5.2.2 項の同義言い換えツッコミ語と同様の生成手法を用いて取得する。動作ノリツッコミ語は、5.2.2 項の動作言い換えツッコミ語の生成手法を、置換元単語を用いた場合に取得された単語を用いる。

取得された同義ノリツッコミ語と動作ノリツッコミ語をテンプレートに当てはめて生成したノリツッコミの例を以下に示す。



- ユーザ：なんとなく買った**果物**がとても美味しくて嬉しかった  
BA：え？**強者**？  
TA：そうそう**英傑付け合わせ**...って果物だよ！
- ユーザ：**裁判官**になるために勉強している  
BA：え？**アイアンマン**？  
TA：そうそう**鉄人裁け**...って裁判官だよ！
- ユーザ：**愛車**がピカピカになって嬉しい  
BA：え？**代謝**？  
TA：そうそう**新陳代謝乗り回し**...って愛車だよ！
- ユーザ：**賢者**になるための修行は辛い  
BA：え？**電車**？  
TA：そうそう**列車統べ**...って賢者だよ！
- ユーザ：お風呂上がりの**炭酸**は格別だ  
BA：え？**判断**？  
TA：そうそう**結論泡立た**...って炭酸だよ！
- ユーザ：**階段**を上り下りするのが厳しくなってきた  
BA：え？**財団**？  
TA：そうそう**財団法人転げ落ち**...って階段だよ！
- ユーザ：熱くて水筒を**携帯**するようになったよ  
BA：え？**経済**？  
TA：そうそう**日本経済持ち歩か**...って携帯だよ！
- ユーザ：**薬**を飲むのを忘れないように  
BA：え？**物理**？  
TA：そうそう**公理煎じ**...って薬だよ！
- ユーザ：**赤ちゃん**が名前を呼んでくれて嬉しい  
BA：え？**麻雀**？  
TA：そうそう**ギャンブル抱き上げ**...って赤ちゃんだよ！
- ユーザ：最近**ダンス**にハマったんだ  
BA：え？**チャンス**？  
TA：そうそう**機会踊ら**...ってダンスだよ！
- ユーザ：**放送局**に勤めることになった  
BA：え？**暴走族**？  
TA：そうそう**仲間打ち合せ**...って放送局だよ！

- ユーザ：うまく炊飯器でお米が炊けたんだ  
BA：え？水酸基？  
TA：そうそうイオン炊け...って炊飯器だよ！

### 5.3 実験デザイン

提案手法の有効性を確認するためには、TAの導入によりユーザのエージェントらとの対話時の心理的負担が軽減されるかどうか、提案手法によるツッコミの生成手法が妥当かどうか、ユーザが複数日間エージェントと対話を行っても対話継続意欲が維持されるかどうかをそれぞれ検証する必要がある。そこで、本研究では次の仮説の検証を通して提案手法の有効性を確認する。

- H5-1: BAによるボケに対し、BAが自身でボケに対してツッコミを行うことで、エージェントとの対話時のユーザの心理的負担が軽減される。
- H5-2: BAによるボケに対し、TAがボケに対してツッコミを行うことで、エージェントらとの対話時のユーザの心理的負担が軽減される。
- H5-3: BAによるボケに対し、TAがボケを咀嚼したツッコミを行うことで、ユーザがTAに対して親しみを感じやすくなる。
- H5-4: TAが複数種のツッコミを使うことで、ユーザがエージェントらとの対話継続意欲が向上する。
- H5-5: ユーザが複数日間エージェントを利用するシーンにおいても、エージェントらがユーモア表現を行うことで、エージェントらへの親しみの感じやすさが向上する。

H5-1の検証により、エージェントによるボケの後、ユーザの代わりにエージェントが話題を保持するための指摘・会話推進を行うことで、ユーザのエージェントとの対話時の心理的負担が軽減されるかを明らかにする。H5-2の検証により、エージェントによるボケの後、ボケを行ったエージェントとは別のエージェントがユーザの代わりにエージェントが話題を保持するための指摘・会話推進を行うことで、ユーザのエージェントらとの対話時の心理的負担が軽減されるかを明らかにする。H5-3の検証により、ボケを行ったエージェントとは別のエージェントが、ボケを咀嚼しつつボケに対して指摘・会話推進することで、ユーザがエージェントに親しみを感じられるかを明らかにする。H5-4の検証により、ボケに対する指摘・会話推進の手法を複数種類にすることで、ユーザがエージェントらと短期間対話を継続しても、ユーザのエージェントらとの対話継続意欲が維持されやすくなるか明らかにする。H5-5の検証により、ユーザが複数日間エージェントを使用するような、より日常生活シーンに近い条件において、エージェントがユーモアのある応答をすることが、ユーザのエージェントへの親しみの感じやすさが向上するか明らかにする。

## 5.4 実験1：複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システムの検証

本実験では、H5-1（BAによるボケに対し、BAが自身でボケに対してツッコミを行うことで、エージェントとの対話時のユーザの心理的負担が軽減される）、H5-2（BAによるボケに対し、TAがボケに対してツッコミを行うことで、エージェントらとの対話時のユーザの心理的負担が軽減される）、H5-3（BAによるボケに対し、TAがボケを咀嚼したツッコミを行うことで、ユーザがTAに対して親しみを感じやすくなる）の検証を行い、TAがボケを咀嚼しつつBAのボケに対して指摘・会話推進することの有効性を明らかにする [74].

### 5.4.1 実験環境および実験条件

本実験の実験協力者は20代の学生12名（男性10名、女性2名）である。実験協力者は全て著者の所属する研究内のメンバであった。実験では、次の4つの方式を用いる。各方式とも、エージェントの外観・音声の実験に与える影響を排除するため、入出力はコンソール上で行う。

**M1:** ユーザの入力に対し、BAが返答を行う。BAのボケ後の会話の話題の保持はユーザが行う。エージェントがBAのボケに対して指摘・会話推進を行わない方式である。

**M2:** ユーザの入力に対し、BAが返答を行う。BAのボケへの指摘・会話推進はBA自身が行う。1体のエージェントがボケ・ボケへの指摘・会話推進を行う方式である。

**M3:** ユーザの入力に対し、BAが返答を行う。BAのボケへの指摘・会話推進はTAが行う。2体のエージェントが役割分担をしてボケ・ボケへの指摘・会話推進を行う方式である。なお、TAのツッコミの内容は、ボケを咀嚼しない単純な指摘である。

**M4:** ユーザの入力に対し、BAが返答を行う。BAのボケへの指摘・会話推進はTAが行う。2体のエージェントが役割分担をしてボケ・ボケへの指摘・会話推進を行う方式である。なお、TAのツッコミの内容は、ボケを咀嚼した指摘である。

### 5.4.2 実験の手順

実験協力者にまず、最近起こった・近日中に起こる嬉しい・悲しいことをエージェントに話すシーンを想像し、嬉しい・悲しいことについて5件ずつ考えてもらう\*。次に、5.4.1

---

\*実装の都合上、Wikipedia コーパス内に存在しない単語のみからなる文ではシステムが動作しないため、実験協力者がこのような文を考案した場合は再考してもらう。

項に示した各方式で動作するシステムに実験協力者が考えた文をキーボードで入力してもらう。その後、M1 使用時にはBA のボケを、M2～M4 使用時にはBA / TA からの指摘・会話推進を確認してもらい、BA / TA からの出力に対してなるべく会話全体が自然になるような返答を自身で考えて入力してもらう。なお、BA / TA による会話推進は、実験協力者が嬉しいことを入力した際には“それは良かったね！それで？”，実験協力者が悲しいことを入力した際には“それは残念だったね、それで？”と出力することで行う。このとき、ユーザが入力する内容が嬉しいことなのか悲しいことなのかをシステムが把握する必要があるが、本実験においては実験デザインの工夫によりこれを解決する。具体的には、実験者が実験協力者に嬉しいことを入力するよう指示し、同時に実験者はシステムが嬉しいことへの返答を行うように設定しておく（悲しいことの場合も同様）。

嬉しいこととして、“果物が美味しくて嬉しかった”と入力したときの各方式の出力と実験協力者の入力例を下記に示す。

**M1:**

BA > え？強者が美味しくて嬉しかった？

実験協力者 > 強者じゃなくて果物だよ。で、また別の果物を買ってみようと思ってるんだ

**M2:**

BA > え？強者が美味しくて嬉しかった？

BA > あ、強者じゃなくて果物か

BA > それは良かったね！それで？

実験協力者 > 次はまた別の果物を買ってみようと思ってるんだ

**M3:**

BA > え？強者が美味しくて嬉しかった？

TA > 強者じゃなくて果物だって！

TA > それは良かったね！それで？

実験協力者 > 次はまた別の果物を買ってみようと思ってるんだ

**M4:**

BA > え？強者が美味しくて嬉しかった？

TA > 英傑か！なんで侮らなきゃいけないんだよ！果物だって！

TA > それは良かったね！それで？

実験協力者 > 次はまた別の果物を買ってみようと思ってるんだ

4つの方式に対し、嬉しい／悲しいことについて5件の入出力を行うたびに、5件の入出力結果を踏まえて表5.1のアンケートに5段階のリッカート尺度（5：とても感じた～1：全く感じなかった）で回答してもらう。M1とM2使用時にはQ1～Q3に、BA単体に対して感じたことを回答してもらう。M3使用時にはQ1～Q3はBA・TAの両エージェント

トについて感じたことを回答してもらい、Q4, Q5はTA 単体について感じたことを回答してもらおう。M4 使用時にはQ4, 5にTA 単体について感じたことを回答してもらおう。

順序効果を相殺するために、実験協力者のM1~M4の使用順をランダムに入れ替える。さらに、各手法に入力する話題の種類（嬉しいこと、悲しいこと）と各種類内における文の順番もランダムに入れ替える。各仮説（H）、各方式（P）、各質問（Q）の関係を表5.2に示す。H5-1は、エージェントがボケに対して指摘・会話推進を行わない場合と行う場合の、ユーザのエージェントとの会話時の心理的負担を比較して検証を行う。具体的には、ボケに対してユーザが指摘・会話推進を行うM1と、ボケに対してBA自身が指摘・会話推進を行うM2をそれぞれ使用した時の、会話時の心理的負担に関するQ1~Q3への回答の比較を行う。H5-2は、ボケ・ボケへの指摘・会話推進を1体のエージェントに行わせた場合と、2体のエージェントに役割分担して行わせた場合の、ユーザのエージェントとの会話時の心理的負担を比較して検証を行う。具体的には、ボケ・ボケへの指摘・会話推進を、1体のエージェントで行うM2と、2体のエージェントが役割分担して行うM3をそれぞれ使用した時の、エージェントとの会話時の心理的負担に関するQ1~Q3への回答結果を比較する。H5-3は、TAがボケを咀嚼せずにツッコミを行う場合と、ボケを咀嚼してツッコミを行う場合の、ユーザのTAへの印象を比較して検証を行う。具体的には、TAがボケを咀嚼せずにツッコミを行うM3と、ボケを咀嚼してツッコミを行うM4をそれぞれ使用した時の、TAに対する印象に関するQ4, Q5への回答結果を比較する。

表 5.1: 実験協力者への質問一覧

質問番号	質問内容	要回答
Q1	エージェントとの対話は円滑に感じたか	M1-3
Q2	エージェントとの対話はストレス無く行えたと感じたか	M1-3
Q3	エージェントと対話を継続したいと感じたか	M1-3
Q4	エージェントに親しみを感じたか	M3-4
Q5	エージェントの発言にユーモアを感じたか	M3-4

表 5.2: 仮説・方式・質問の対応表

仮説	比較する方式	比較する質問
H5-1	M1-M2	Q1~Q3
H5-2	M2-M3	Q1~Q3
H5-3	M3-M4	Q4~Q5

### 5.4.3 実験結果・考察

アンケートへの回答結果を図5.3~図5.9に示す。以降、嬉しいことを入力する条件をHappy条件、悲しいことを入力する条件をSad条件と表記する。Q1について、4以上の

回答の割合は、Happy 条件では M1 で 16.7%、M2 で 33.4%、M3 で 33.3%、Sad 条件では M1 で 8.3%、M2 で 25.0%、M3 で 33.3%であった。Q2 について、4 以上の回答の割合は、Happy 条件では M1 で 41.7%、M2 で 25.0%、M3 で 25.0%、Sad 条件では M1 で 16.7%、M2 で 8.3%、M3 で 33.3%であった。Q3 について、4 以上の回答の割合は、Happy 条件では M1 で 16.7%、M2 で 16.7%、M3 で 16.6%、Sad 条件では M1 で 8.3%、M2 で 8.3%、M3 で 33.3%であった。Q4 について、4 以上の回答の割合は、Happy 条件では M3 で 33.3%、M4 で 50.0%、Sad 条件では M3 で 33.3%、M4 で 41.7%であった。Q5 について、4 以上の回答の割合は、Happy 条件では M3 で 0.0%、M4 で 50.0%、Sad 条件では M3 で 0.0%、M4 で 50.0%であった。

H5-1 (BA によるボケに対し、BA が自身でボケに対してツッコミを行うことで、エージェントとの対話時のユーザの心理的負担が軽減される) の検証のために、M1、M2 に対する Q1~Q3 の回答を比較する。Happy 条件・Sad 条件の M1 と M2 における Q1~Q3 への回答に対してそれぞれ Wilcoxon の符号順位検定 (p 値の補正は Bonferroni 法を用いる) を行うと、両条件で、全ての質問で有意差は確認されなかった。ここから Happy 条件、Sad 条件ともに、BA がボケを行った後に BA 自身が指摘・会話推進を行っても、ユーザを感じる会話時の負担に変化は無いと考えられる。M2 ではシステムが指摘・会話推進を行っているため、これを行っていない M1 よりもユーザを感じる負担は軽減されることが予想されたが、これは覆された。この原因を究明するために実験協力者にヒアリングを行ったところ、たしかに M2 では指摘・会話推進の手間は軽減されたが、BA の挙動を理解するという精神的負担が増加していたことが判明した。すなわち、M2 では、BA がボケ発話を行っておきながら、自分でそれを指摘して会話推進を行うため、BA の役割が不明瞭であり、挙動の理解に苦しんだという声が存在した。

以上より、BA によるボケに対し、BA が自身でボケに対してツッコミを行っても、ユーザを感じる会話時の心理的負担は軽減されないと考えられる。

H5-2 (BA によるボケに対し、TA がボケに対してツッコミを行うことで、エージェントらとの対話時のユーザの心理的負担が軽減される) の検証のために、M2 と M3 に対する Q1~Q3 の回答を比較する。Happy・Sad 条件の M2 と M3 における Q1~Q3 への回答に対してそれぞれ Wilcoxon の符号順位検定 (p 値の補正は Bonferroni 法を用いる) を行うと、両条件で、全ての質問で有意差は確認されなかった。続いて、M2 と M3 に対する Q1~Q3 における 4 以上の回答の割合を確認すると、Happy 条件ではすべての質問で M2 と M3 が同等であったが、Sad 条件ではすべての質問で M3 が M2 よりも高い割合であった。ここから、統計的有意差が確認されなかったものの、Sad 条件の場合、ユーザとの対話にエージェントを 2 体使用し、ユーザの発話に対してボケを行うエージェントと、そのボケにツッコミを行うエージェントに役割分担させることは、会話を円滑に感じやすくすること、会話時のストレスの軽減、対話継続を促すことにおいて有効である可能性がある。この可能性について考察を行う。上述したとおり、M2 では 1 体のエージェントがボケ・ツッコミを行っていたため、エージェントの役割が不明瞭であり、自身のボケに対してツッコミを行ってもユーザのエージェントらとの対話時の心理的負担は軽減されなかったと考えられる。一方、M3 ではボケを行うエージェントと、ボケにツッコミを行うエー

エージェントに役割分担することで、各エージェントの役割が明確になる。これにより、Sad条件においてはそれぞれのエージェントの発話の意図がユーザに伝わりやすくなり、ユーザの会話時の負担が軽減できた可能性がある。Sad条件でのみ、この可能性が得られた理由としては、“M2のような意図が不明瞭なエージェントの挙動は、嬉しいことを話している際はそれほど気にならないが、悲しいことを話している際は話を受け止めてもらえないようで嫌な気持ちになった”という意見が複数確認できた。これが、Sad条件においてはM3が有効である可能性が得られた理由であると考えられる。

H5-3 (BAによるボケに対し、TAがボケを咀嚼したツッコミを行うことで、ユーザがTAに対して親しみ・ユーモアを感じやすくなる)の検証のために、M3とM4に対するQ4, 5の回答を比較する。Happy条件のM3とM4におけるTAに対するQ4, 5への回答に対してそれぞれWilcoxonの符号順位検定を行うと、Q5への回答で5%水準の有意差が確認できた。Sad条件のM3とM4におけるTAに対するQ4, 5への回答に対してそれぞれWilcoxonの符号順位検定を行うと、Q5への回答で5%水準の有意差が確認できた。ここからTAがBAのボケにツッコミを行う際、BAのボケを咀嚼することで、ユーザがTAに対してユーモアを感じやすくなると考えられる。

これら結果が得られたことについて考察する。M3では、TAのツッコミは、ボケを訂正するだけの単純なものであった。実験協力者にヒアリングを行うと、“TAが単純にBAのボケを否定しているだけなので、複数回会話を行うとTAの発話が機械的なものを感じられた”という意見が目立った。つまり、実験協力者がTAに対し、無機質であるという印象を抱き、TAにユーモアを感じにくくなっていたと思われる。一方、M4では、TAの指摘は、ボケの内容を言い換えて指摘している。実験協力者からは、TAがBAのボケの内容を汲み取ってツッコミを行っているかのようで、人間味を感じ、受け入れやすかったという声が多く聞かれた。つまり、実験協力者がTAに対し、機械的ではなくあたかもボケを理解してツッコミを行っているという印象を抱き、TAにユーモアを感じやすくなったと考えられる。M4がM3よりユーモアを感じやすくなった一方で、親しみの感じやすさの観点では有意差を確認できなかった。この原因の解明のために実験協力者へヒアリングを行うと、ツッコミと判断しにくいケースがあったため面白みは感じたが親しみは感じなかったという意見が確認された。実際に本実験中にM4方式で出力された120文のTAの発言を、実験とは無関係の2名に、ツッコミとして判断できるか否かを回答してもらったところ、51文がツッコミと判断しにくい発言であると回答された。例えば、“え？今夜？”というボケに対し、“今宵か！なんで飛び出せなきゃいけないんだよ！今夜じゃなくて本屋だって！”というツッコミ文がM4によって生成されている。このケースでは、“今夜”というボケ単語に関連する動詞として“飛び出す”という単語を取得して動作ツッコミ（“なんで飛び出せなきゃいけないんだよ！”）を生成しているが、“今夜”と“飛び出す”の関連性が低かったため、ツッコミと判断しにくくなっていると考えられる。この2単語間の概念の類似度は0.18であった。一方、ツッコミと判断しやすいと思われるケース（ボケ：え？桜？、動作ツッコミ：なんで咲かなきゃいけないんだよ！）のボケ単語（桜）と動作ツッコミ単語（咲く）の概念の類似度は0.69となり単語間の関連性が高いと考えられる。このことを踏まえ、よりツッコミと判断しやすい文を生成できるようにするために、

ボケ単語と関連する動詞の概念の類似度が一定以下の場合にはボケ単語を選択し直して再度ツッコミも生成し直したり、動作ツッコミの生成を省略したりするなどの改良を行う必要がある。

以上より、BAによるボケに対し、TAがボケを咀嚼したツッコミを行うことで、ユーザがTAに対してユーモアを感じやすくなると考えられる。

実験協力者からの回答を確認したところ、M1～M4のどの方式を使用した場合でも各質問に対し、2以下の評価を多くつけていた実験協力者が2名見られた。この原因を解明するためにこの実験協力者2名に対し、対話型エージェントそのものに対する印象を尋ねる半構造化インタビューを行った。その結果、この2名は対話型エージェントの発言を信頼していなかったり、対話型エージェントを情報検索ツールと捉えているため、日常会話を行うことに抵抗を感じたりしていることが判明した。この2名の存在は、今回の評価実験の結果に影響を与えている可能性がある。これを踏まえ、次の2点が今後の課題として挙げられる。1点目は、対話型エージェントそのものに対する印象に基づいて実験協力者層を分け、提案方式の効果を実験協力者層ごとに分析することである。これにより、提案方式の効果をより厳密に評価できると考えられる。2点目は、エージェントとの対話に抵抗を感じるユーザにも受け入れてもらいやすい方式を確立することである。これは本研究を改善することで達成できるかもしれないし、本研究の外部の技術を用いて達成すべきことかもしれない。人と対話型エージェントのインタラクション形態を俯瞰して、適切な方法を模索していく必要がある。

次に、エージェントを2体用いるM3、M4を使用した時のBAに対する印象を評価するために、実験協力者に半構造化インタビューを行ったところ、“悲しいことは真面目に話したいのでボケられたくない”、“悲しんでいるときに笑いを入れてくれると元気になれる”のような相反する声がSad条件で確認できた。この原因を解明するために、実験協力者の考案した悲しいことを確認すると、Sad条件でBAのボケに対し、否定的な印象を抱いた実験協力者の考案した文の多くは、“台風の影響で家が停電して辛い”や、“自分の娯楽に時間を割けずにストレスが溜まって憂鬱”のような、短期的な解決が困難な重大な悲しい出来事に関するものであった。一方で、肯定的な印象を抱いた実験協力者の考案した文の多くは、“番組の録画が出来ていなかった”や、“鼻歌を歌っていたら怒られた”のような、日常的に起こりうるすぐに解決できるような些細な悲しい出来事に関するものであった。このことから、ユーザの悲しい出来事の重さによってユーザのエージェントのボケ・ツッコミへの受け入れやすさが変化すると考えられる。このため、今後は、ユーザの話す出来事の重さによってボケるかどうかを判断するなどの改良を行う必要があると言える。



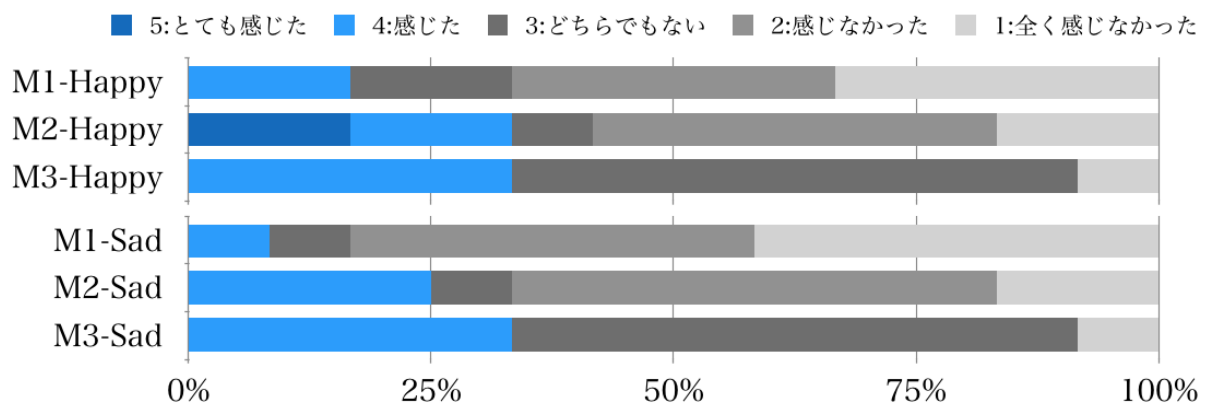


図 5.3: 実験 1 Q1 への回答 (N=12)

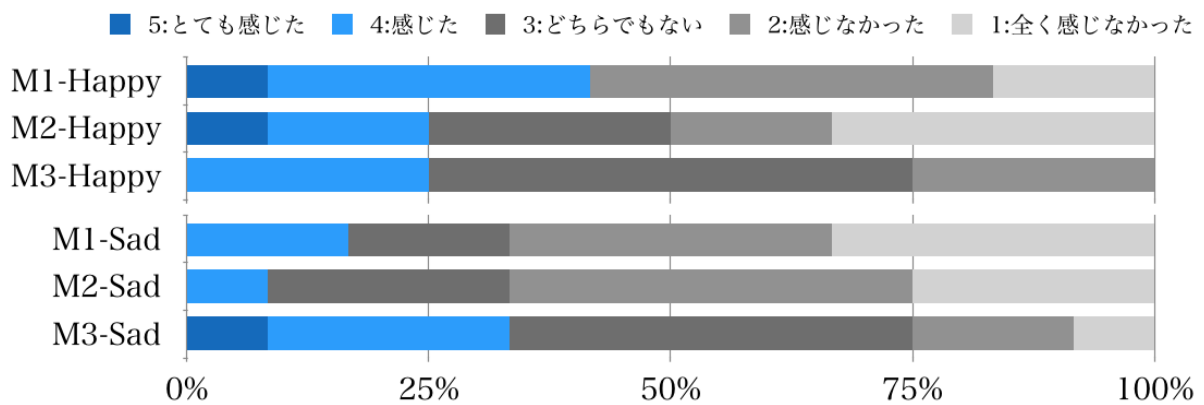


図 5.4: 実験 1 Q2 への回答 (N=12)

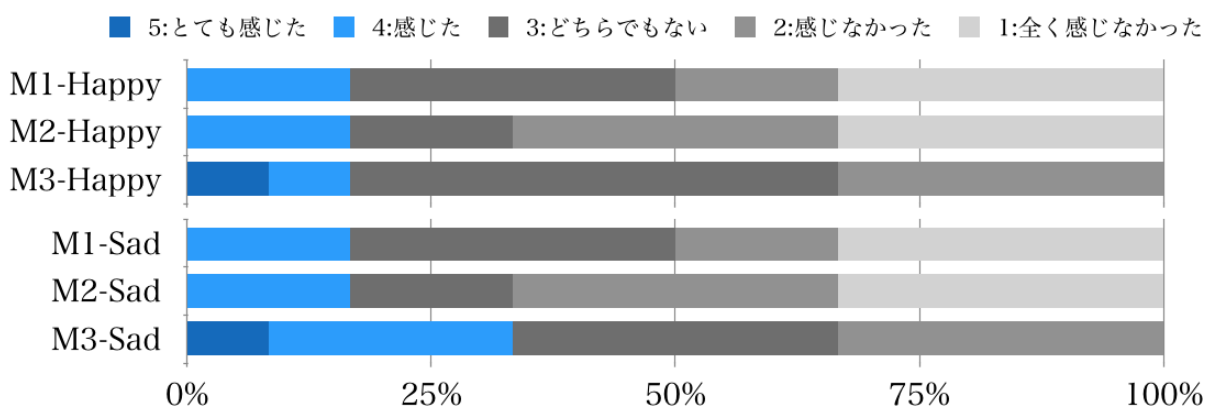


図 5.5: 実験 1 Q3 への回答 (N=12)

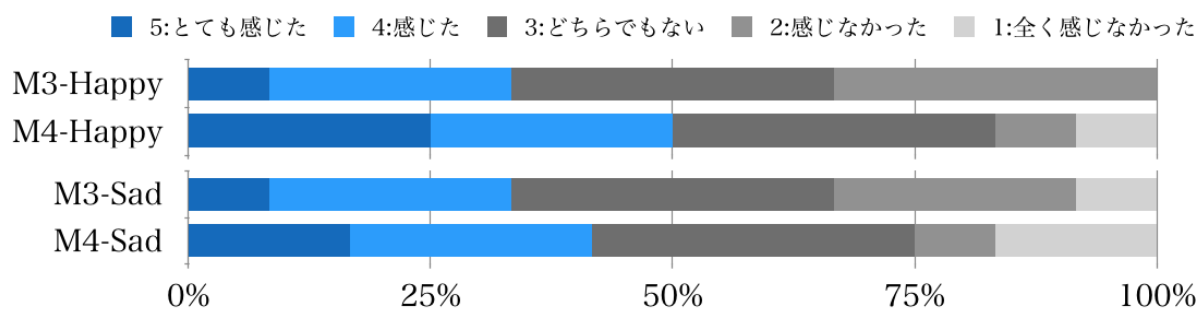


図 5.6: 実験1 Q4 への回答 (N=12)

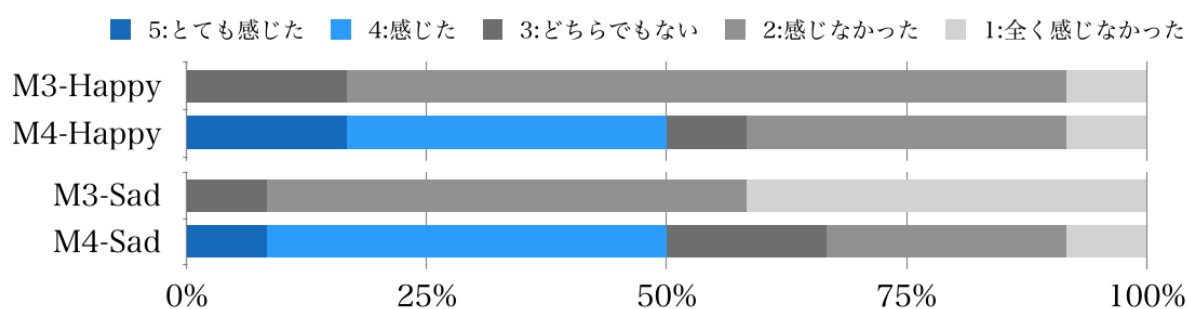


図 5.7: Q5 への回答 (N=12)

## 5.5 実験2：複数のツッコミ手法によるユーモア生成効果の検証

本実験では、H5-4 (TAが複数種のツッコミを使うことで、ユーザがエージェントらとの対話継続意欲が向上する)の検証を行い、TAが複数種の対話表現を使うことの有効性を明らかにする[97]。具体的には、(1) TAが複数種の対話表現を使うことでTAに対してユーモアを感じやすくなるかどうか、(2) TAが複数種の対話表現を使うことでユーザのBA、TAらとの対話継続欲求が維持できるかをそれぞれ検証する。

### 5.5.1 実験環境および実験条件

本実験の協力者は20代の学生10名(男性9名、女性1名)である。実験協力者は全て著者の所属する研究内のメンバであった。実験で使用する3つの手法と“果物が美味しく嬉しかった”と入力したときの出力例を下記に示す。各手法とも、エージェントの外観・音声の実験に与える影響を排除するため、入出力はコンソール上で行う。

**M1:** ユーザの発言に対し、BAがボケた後に、TAがBAの発言中の単語の同義語や、その単語に関連する動作表現を用いてツッコミを行う。その後ユーザに対して会話推進を行

う。言い換えツッコミのみを行う手法である。次に例を示す。

**BA:** え？強者？

**TA:** 英傑か！なんで侮らなきゃいけないんだよ！果物だって！

**M2:** ユーザの発言に対し、BAがボケた後に、TAがBAの発言内の単語の同義語や、ユーザ発言内の単語に関連する動作表現でツッコミを行う。その後ユーザに対して会話推進を行う。ノリツッコミのみを行う手法である。次に例を示す。

**BA:** え？強者？

**TA:** そうそう英傑付け合わせ...って果物だよ！

**M3:** M1, M2と同様の出力をそれぞれ1/2の確率で行う。複数種のツッコミをランダムに使用する手法である。

### 5.5.2 実験の手順

本実験では実験協力者にM1～M3を3日間使用してもらい、実験手順としてまず、実験協力者に自分の気持ちについてエージェントに語りかけるシーンを想像し、最近あった、または、近日中に起こる嬉しい／悲しいことについて9文ずつ（計18文）考えてもらう。次に、5.5.1項に示した各手法で動作するシステムに実験協力者が考えた文をキーボードで入力してもらう。このとき、システムには重複がないようにランダムに選択された6文（うち、嬉しい／悲しいことが3文ずつ）をそれぞれ入力してもらう。さらに、順序効果を相殺するために、手法の使用順はランダムに入れ替える。システムへの入力後、実験協力者にBAのボケとTAからの指摘・会話推進を確認してもらい、BA／TAからの出力に対してなるべく会話全体が自然になるような返答を自身で考えて入力してもらう。BAのボケとTAによる会話推進は、実験協力者が嬉しいことを入力した際には“それはよかったね！それでどうしたの？”，悲しいことを入力した際には“それは残念だったね…それでどうしたの？”と出力することで行う。このとき、ユーザが入力する内容が嬉しいことなのか悲しいことなのかをシステムが把握する必要があるが、本実験においては実験1（5.4節）と同様の方法でこれを解決する。具体的には、実験者が実験協力者に嬉しいことを入力するよう指示し、同時に実験者はシステムが嬉しいことへの返答を行うように設定しておく（悲しいことの場合も同様）。

上記の手順を3日間繰り返す。なお、本システムを実際の日常生活中に適用するシーンに近づけるために、実験協力者には日ごとに嬉しい／悲しいことを考え直してもらう。システムの仕様を聞いたことによって生じる先入観をなくすため、各手法の出力の生成方法は実験協力者に伝えなかった。

3つの手法について、6件（嬉しい・悲しいことそれぞれ3件）の入出力を行うたびに5段階のリッカート尺度（5：とても感じた～1：全く感じなかった）で表5.3に示すアンケートに回答してもらう。

表 5.3: 実験協力者への質問一覧

質問番号	質問内容
Q1	TA の発言にユーモアを感じましたか
Q2	BA・TA らと実験後またすぐに対話を行いたいと感じましたか

10名の実験協力者が以上の実験を行った後、それぞれの実験協力者の入力文に対し、妥当なボケ・ツッコミが、各手法で生成できているか検証する。入力文と入力文を元に生成されたボケの間、ボケとボケを元に生成されたツッコミの間にそれぞれユーザが関係性を感じることができれば、入力文に対し、妥当なボケ・ツッコミが生成されていると考えられる。例えば、ユーザが入力文と入力文を元に生成されたボケの間に関係性を感じられなければ、ランダムな単語を用いてボケエージェントが返答したと感じてしまい、ボケとしては妥当ではないと思われる。あるいは、ユーザがボケとボケを元に生成されたツッコミの間に関係性を感じられなければ、何に対してツッコミエージェントが指摘しているのかをユーザが理解できなくなるため、ツッコミとしては妥当ではないと考えられる。この考えをもとに、入力文とボケ、ボケとツッコミの間でそれぞれ関係性を感じられたかどうかを回答するアンケートを行う。具体的には、実験で使用された計180例から50例をランダムに選択し、M1 / M2を実験で使用した際の入力文とボケ、ボケとツッコミに関係性を感じた度合いについて、5段階のリッカート尺度（5.とても感じた～1.全く感じなかった）で、本実験の実験協力者とは別の4名に回答させた。

### 5.5.3 実験結果・考察

入力文とボケ、ボケとツッコミに関係性を感じた度合いの結果について述べる。各実験協力者の50件の回答のうち、入力文とボケの関係性について4以上で回答した割合の平均値はM1では58.0%、M2では63.0%、ボケとツッコミの関連性について4以上で回答した割合の平均値はM1では64.6%、M2では68.0%となり、入力文からある程度妥当なボケ・ツッコミが生成されたと考えられる。ただし、これらの値が十分であるかどうかについて今後検証を続けていく必要がある。

アンケートへの回答結果を図5.8、図5.9に示す。

(1) TAが複数種の対話表現を使うことでTAに対してユーモアを感じやすくなるかどうかについて検証するために、M1～3に対するQ1への回答を手法間で比較する。Q1について、4以上の回答の割合は、1日目ではM1で40%、M2で60%、M3で20%、2日目ではM1で30%、M2で40%、M3で40%、3日目ではM1で30%、M2で40%、M3で20%であった（図5.8）。M1～M3における日にちごとのQ1への回答に対して、Wilcoxonの符号順位検定（p値の補正はBonferroni法を用いる）を行うと、1日目と2日目の回答については、全ての手法間で有意差が確認されなかったが、3日目の回答についてはM2・M3間で5%水準の有意差が確認された。ここから、ユーザがエージェントらと対話を複数日行った場合、M2・M3のTAに対して感じるユーモア性は、初めのうちは同程度であるが、

次第にM2の方がM3より有意に高くなることが示唆される。これは、両手法のTAの一貫性の違いにあると考えられる。M2ではTAは一貫して、一度BAの発言を肯定した後にツッコミを行っている。このため、ユーザがTAの発言のパターンを理解し、ユーモアを感じやすくなったと思われる。“TAが「そうそう」と、BAの発言にのってからツッコむのでTA・BAの仲が良く見え、笑ってよい雰囲気になれた。”のような、発言のパターンを理解した上でユーモアを感じているような意見もあった。一方でM3では、TAがBAの発言を一方向的に否定するツッコミと、一度BAの発言を肯定した後に指摘するツッコミの2種類をランダムに使用している。このため、ユーザがTAの発言のパターンを理解できず、M2と比較して次第にユーモア性を感じにくくなったと考えられる。この裏付けとして、“TAが一旦BAを肯定した後に指摘するような対話が続くかと思いきや、いきなり一方的にBAを否定することがあり、統一感の無さからTAに怖さを感じた”のような意見もあった。上記のことから、TAがノリツッコミのみを行う(M2)ことで、TAが複数種のツッコミを行う(M3)場合よりも、ユーザに対して数日間継続してユーモア性を感じさせられると考えられる。

(2)TAが複数種の対話表現を使うことでユーザのBA、TAらとの対話継続欲求が維持できるか検証するために、M1～M3に対するQ2への回答を各手法について日にち間でそれぞれ比較する。Q2について、4以上の回答の割合は、1日目ではM1で10%、M2で40%、M3で20%、2日目ではM1で20%、M2で20%、M3で30%、3日目ではM1で10%、M2で40%、M3で10%であった(図3)。M1～M3における日にちごとのQ2への回答に対して、Wilcoxonの符号順位検定(p値の補正はBonferroni法を用いる)を行うと、M3の、1日目と3日目の間で5%水準の有意差が確認された。ここから、継続してM3を利用した場合、対話継続の意欲が低下することが窺える。M3では、TAが2種類のツッコミを使うため、ユーザが飽きを感じにくくエージェントらと対話を続ける意欲が維持しやすくなると予想されたが、これは覆された。この原因としては、(1)と同様に、M3ではTAのツッコミに一貫性がなかったためであると考えられる。上記より、TAが複数種の対話表現を使っても、ユーザのBA、TAらとの対話継続欲求が維持できるとは限らないと考えられる。

複数種のツッコミを使用するTAについて、ユーモアの感じやすさ・対話継続欲求の維持のしやすさについてそれぞれ有効であることが確認できなかったが、ヒアリングによりツッコミの単調さは軽減できていることは確認できている。TAが複数種のツッコミ手法を行う際には、ツッコミ手法ごとにエージェントを用意し、1つのエージェント内ではツッコミ手法に一貫性を持たせるなどの工夫をすることで、ユーモアの感じやすさ・対話継続欲求が維持しやすくなる可能性がある。

さらに、本実験では最近起こった／近日中に起こる嬉しい・悲しいことをエージェントに話すシーンによる検証を行ったが、エージェントの利用シーンによって結果が変化する可能性がある。このため、団欒を行うシーンや、介護中に雑談を行うシーンなど、様々なシーンでの検証を行う必要がある。

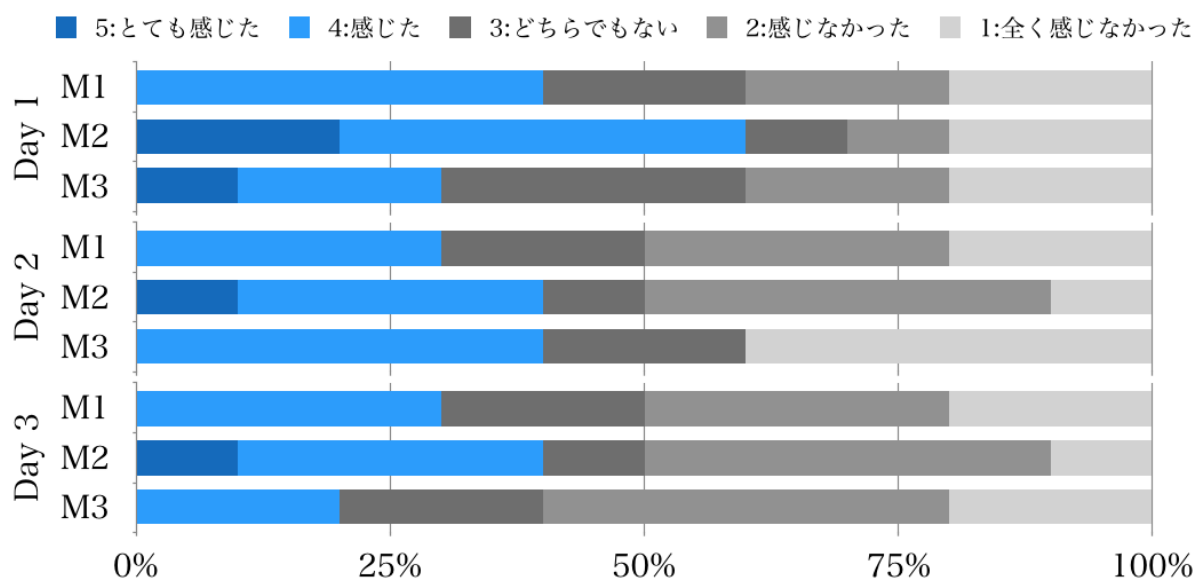


図 5.8: 実験 2 Q1 への回答 (N=10)

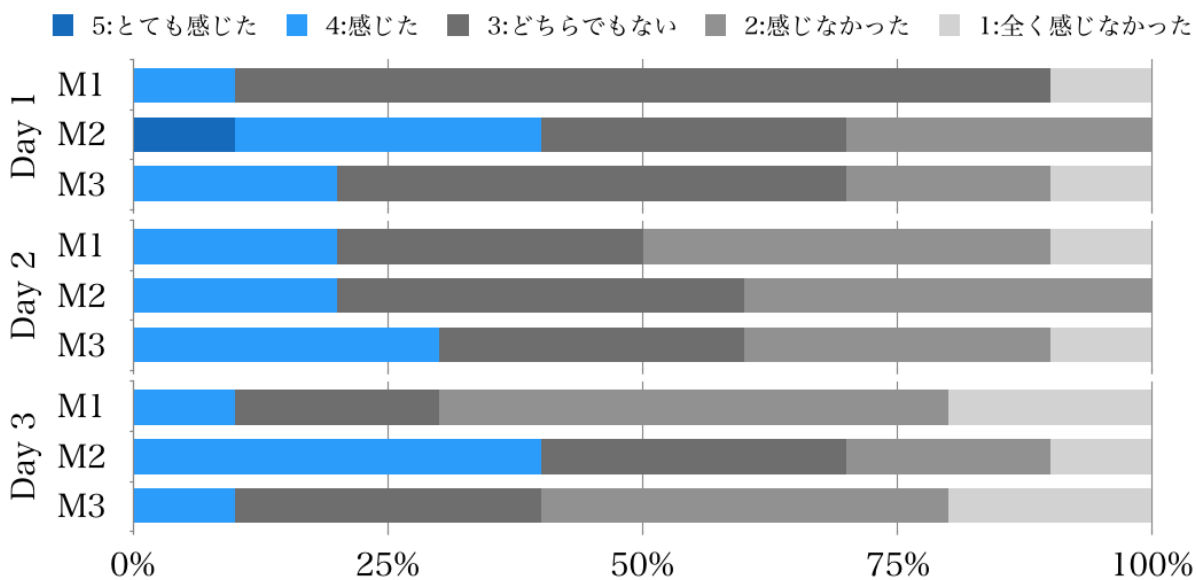


図 5.9: 実験 2 Q2 への回答 (N=10)

## 5.6 実験3：複数対話型エージェント長期間利用時のユーモア生成効果の検証

本実験では、H5-5（ユーザが複数日間エージェントを利用するシーンにおいても、エージェントらがユーモア表現を行うことで、エージェントらへの親しみの感じやすさが向上する）の検証を行い、提案手法が、ユーザが複数日エージェントを使用した際の、ユーザのエージェントへのユーモア・親しみの感じやすさ、対話継続意欲を向上させるかどうかを明らかにする [72, 73].

### 5.6.1 実験環境および実験条件

本実験の協力者は20代の学生12名（男性10名、女性2名）である。実験協力者は全て著者の所属する研究内のメンバであった。実験協力者の半数は、SiriやGoogleアシスタントなどの対話型エージェントを日常生活で利用した経験があった。実験協力者には、嬉しいことや悲しいことを話したり、知りたい単語について質問したりするなど、日常生活で頻繁に起こりそうなシーンでエージェントと対話を行ってもらおうと教示した。具体的には、実験協力者には嬉しいこと／悲しいことや、知りたい単語について、次の2つの手法を用いてエージェントとコミュニケーションを行ってもらった。なお両手法とも、ユーザとの対話に、役割の異なる2種類のエージェントを用いている。

**M1:** ユーザの発言に対し、提案手法を用いて2対のエージェントが役割分担をしてボケ・ツッコミを行う。その後、ツッコミエージェントが会話推進を行う。TAがユーザと複数回行う対話の中で行うツッコミの種類は、各ツッコミの使用回数が均等になるようにランダムに選択した。

**M2:** ユーザの発言に対し、2対のエージェントがユーモア発言を行うこと無く返答する。

各手法とも、実際にユーザがエージェントを日常生活で使用するシーンを再現するために、図5.10で示すチャットシステムを用いて対話を行ってもらった。本実験では、自然な会話の流れを維持するために、M1とM2でそれぞれ3種類のテンプレート文を用意し、ユーザの入力に応じて実験者が、エージェントの応答で使用するテンプレートを選択した。

M1のテンプレートを次に示す。

ユーザが嬉しいことを入力したシーン。

青色エージェント：【ボケ】

オレンジエージェント：【ツッコミ】

オレンジエージェント：それは良かったね！それで、それで？

**ユーザが悲しいことを入力したシーン.**

青色エージェント：【ボケ】

オレンジエージェント：【ツッコミ】

オレンジエージェント：それは残念だったね… それからどうしたの？

**ユーザが単語の意味について聞くシーン.**

青色エージェント：【ボケ】

オレンジエージェント：【ツッコミ】

オレンジエージェント：【ユーザ入力単語】はね！えーっと、【ユーザ入力単語の意味】だって！

M2のテンプレートを次に示す.

**ユーザが嬉しいことを入力したシーン.**

青色エージェント：そうなんだ！

オレンジエージェント：それは良かったね！それで、それで？

**ユーザが悲しいことを入力したシーン.**

青色エージェント：そうなんだ！

オレンジエージェント：それは残念だったね… それからどうしたの？

**ユーザが単語の意味について聞くシーン.**

青色エージェント：【ユーザ入力単語】か. どんな意味だっけ？

オレンジエージェント：【ユーザ入力単語】はね！えーっと、【ユーザ入力単語の意味】だって！

M1とM2のテンプレートは、青色エージェントがボケを行うかどうか、オレンジエージェントがツッコミを行うかどうかの点が異なる. 具体的には、ユーザの発言に対して青色エージェントは、M1ではボケを行い、M2では合いの手やオレンジエージェントへ話のフリを行う. オレンジエージェントは、M1ではボケへのツッコミを行った後に“それは〇〇だったね”や、単語の意味の解説を行う. M2ではツッコミを行わない. 単語の意味の解説は、実験協力者に入力された単語の日本語 Wikipedia 記事の要約欄の一文目を取得して返答を行う. 実験協力者が対話相手となるエージェントの役割を意識することが実験へ影響を与えると考え、実験協力者には各エージェントの役回りは伝えなかった.



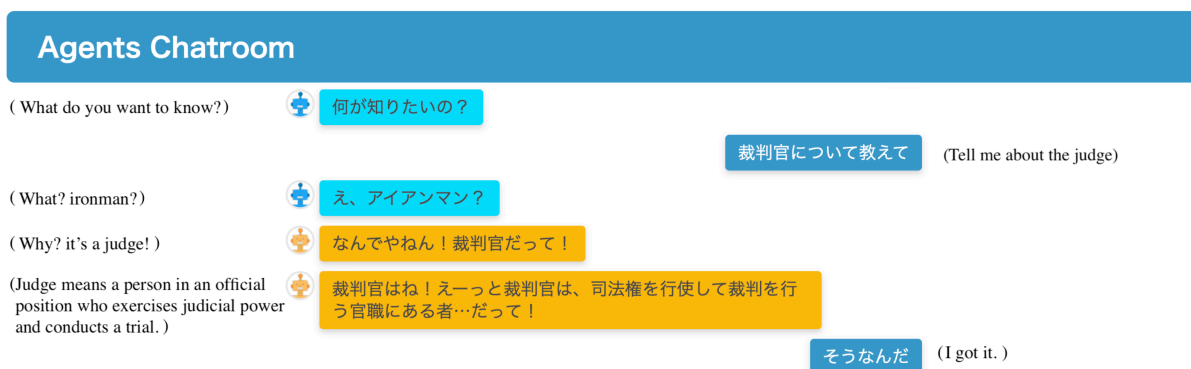


図 5.10: 実験で用いたチャットシステム

## 5.6.2 実験手順

本実験では実験協力者に M1, M2 を 7 日間ずつ使用してもらった。この 7 日の間、実験協力者には毎日エージェントと 1 セッション以上のコミュニケーションを行うように指示を行った。なお 1 セッション中、参加者はエージェントと 3 回以上の会話を行う。1 度の会話の内容について説明を行う。まず、実験協力者には最近日常生活中で起こった楽しいこと／悲しいこと、知りたい単語のいずれかについてエージェントにテキストを用いて話しかけてもらった。次に、実験参加者の発言に対するエージェントからの応答を確認してもらった。最後に、その応答に対する返答を、会話の流れがなるべく自然になるように自由に内容を考え、エージェントに対して返答してもらった。以上の 3 回の発言のやりとりを 1 度の会話とする。

なお、最近日常生活中で起こった楽しいこと／悲しいこと、知りたい単語について話す順番については、順序による影響を相殺するためにランダムにした。この際、各日ごとの最初の 3 回の会話で、最近日常生活中で起こった楽しいこと／悲しいこと、知りたい単語について 1 度ずつ話すようにした。さらに、実験協力者間でエージェントへの印象が異なることが実験に影響を与えないように、エージェントは雑談相手となるエージェントであり、楽しいこと／悲しいこと、知りたい単語について話す相手と教示した。

実験参加者には、各日の 1 セッション以上の会話を行ってもらった後、表 5.4 に示すアンケートに 7 段階のリッカート尺度で回答してもらった (7: とても感じた～1: 全く感じなかった)。

## 5.6.3 実験結果・考察

実験協力者の 1 日あたりの平均発言数は、M1 では 3.91 回、M2 では 3.45 回であった。シンプルツッコミ、言い換えツッコミ、ノリツッコミの 3 種類のツッコミが 1 日の中で行われた平均回数は、それぞれ 1.34 回、1.33 回、1.23 回 (平均値: 1.30 回、標準偏差: 0.06 回) であった。このことから、M1 の 3 種類のツッコミは、ほぼ同じ回数行われたと考え

表 5.4: 実験協力者への質問一覧

質問番号	質問内容
Q1-1	青色エージェントの発言にユーモアを感じましたか
Q1-2	オレンジエージェントの発言にユーモアを感じましたか
Q1-3	青色とオレンジの2体のエージェントの発言にユーモアを感じましたか
Q2-1	青色エージェントに親しみを感じましたか
Q2-2	オレンジエージェントに親しみを感じましたか
Q2-3	青色とオレンジの2体のエージェントに親しみを感じましたか
Q3	青色とオレンジの2体のエージェントとの会話を続けようと思いましたか

られる。システムの性能が実験に悪影響を与えないことを確認するために、ボケ・ツッコミの生成に要する時間を測定した。具体的には、実験参加者が使用した文をランダムに100種抽出し、ボケ・言い換えツッコミ・ノリツッコミを生成するのに要した時間を測定した。実験参加者が入力した語彙をもとに、ボケツッコミ、言い換えツッコミ、ノリツッコミの生成に要した平均時間を表5.5に示す。ボケ・言い換えツッコミ・ノリツッコミはそれぞれ2.0秒以内に生成されたため、システム性能による実験への影響はないと考えられる [98].

表 5.5: ボケ・各種ツッコミの生成時間

	ボケ	言い換えツッコミ	ノリツッコミ
Avg. (s)	0.047	1.068	0.571
SD	0.064	2.104	0.262

Q1~Q3へのユーザからの回答の割合を図5.11~図5.17に示す。M1, M2間でQ1-1からQ1-3への回答についてWilcoxonの符号順位検定を行ったところ、7日間すべてにおいて、Q1-1からQ1-3への回答について5%水準の有意差が確認できた。この結果から、ユーザがボケ・ツッコミを行うエージェントらと複数日間対話を行っても、ユーザはエージェントらのボケ・ツッコミに対して継続してユーモアを感じられると考えられる。しかし、M1におけるQ1-1からQ1-3への回答のうち、5以上の回答の割合に着目すると、統計的な有意差は確認されなかったが、1日目と比較して7日目の5以上の回答の割合が少なくなっている。これは、繰り返し対話を行うことで、ユーザがボケ・ツッコミに飽きを感じ、ユーモアを感じにくくなっている可能性を示唆している。この問題は、ボケやツッコミの種類を更に増やすことで解決していく。

M1, M2間でQ2-1からQ2-3への回答についてWilcoxonの符号順位検定を行ったところ、Q2-1の7日目のみ、5%水準の有意差が確認できた。この結果から、ユーザが複数日間提案エージェントとコミュニケーションをとった場合、コミュニケーションを行い始めて時期が浅い時期にはボケエージェントに対する親しみやすさは各手法間で同程度であったが、徐々にM1で有意に高くなると考えられる。これは、ユーザがボケエージェントの

役割を徐々に認識し、ユーモア発言として受け入れられるようになってきたためだと考えられる。実際、Q1-1の結果から、実験協力者がボケエージェントに対してユーモアを感じていることもわかる。一方、Q1-2、Q1-3の結果からツッコミエージェント、ボケツッコミのグループとして見たときにも実験協力者はエージェントへの発言にユーモアを感じているため、親しみの感じやすさについても向上すると思われたがこれは覆された。この理由を考察するために、実験協力者にインタビューを行ったところ、“悲しいことがあったときにユーモラスな発言をされるとイラッとした”という意見や、“知りたいことをもっと簡単に教えてほしかった”という意見があった。これらの意見は、ユーザがエージェントと話す全てのシーンについて提案手法が適しているわけではないことを示唆するものである。この知見を踏まえ、ユーザの発言や文脈から緊急度や状況を推定しつつ、エージェントがユーモア発言を行う必要があるかどうかを判断できるようにする必要がある。

M1、M2間でQ3への回答についてWilcoxonの符号順位検定を行ったところ、2日目以降のすべての日において、手法間に有意差があることが確認された。ここから、エージェントがユーザとの会話中に、提案手法によって生成されたユーモア発言で返答することで、ユーザがエージェントとの会話を継続するモチベーションが高まることを示唆している。実際、本実験では1日に3回以上の会話を行う制約を設けたが、67%の参加者が4回以上の会話を行っていた。このような結果が得られた理由を考察するために実験協力者にインタビューを行ったところ、“自分の入力に対してどのような返答が生成されるかが気になったため、エージェントと対話を続けていた”という声があった。

最後に、対話型エージェントの利用経験の有無の違いと、ユーザからのエージェントへの印象の関係を検証するために、対話型エージェントを利用したことのある実験協力者（利用経験者）と、利用したことのない参加者（未経験者）との間で検定を行った。具体的には、各質問に対する回答について、経験者と未経験者の間でマン・ホイットニーのU検定を行った。検定の結果、M1では経験者と未経験者の間に有意差は確認されなかった。このことから、M1ではユーザの対話エージェントの利用経験の有無は、エージェントの印象に影響しなかったと考えられる。M2では、5日目のQ2-1、2日目と5日目のQ2-2の回答において、経験者と未経験者の間に5%水準の有意差を確認した。このことは、対話型エージェントに対する利用経験の有無の違いが、エージェントに対する親しみやすさに違いを生じさせる可能性があることを示している。M1では、エージェントに対する親しみやすさに有意な差が見られなかったことから、提案手法はこの差を小さくできる可能性があると考えられる。

## 5.7 結論

5.4節から5.6節の実験結果を踏まえ、5.3節で立てた次の5つの仮説に対する結論を述べる。

- H5-1: BAによるボケに対し、BAが自身でボケに対してツッコミを行うことで、エージェントとの対話時のユーザの心理的負担が軽減される。

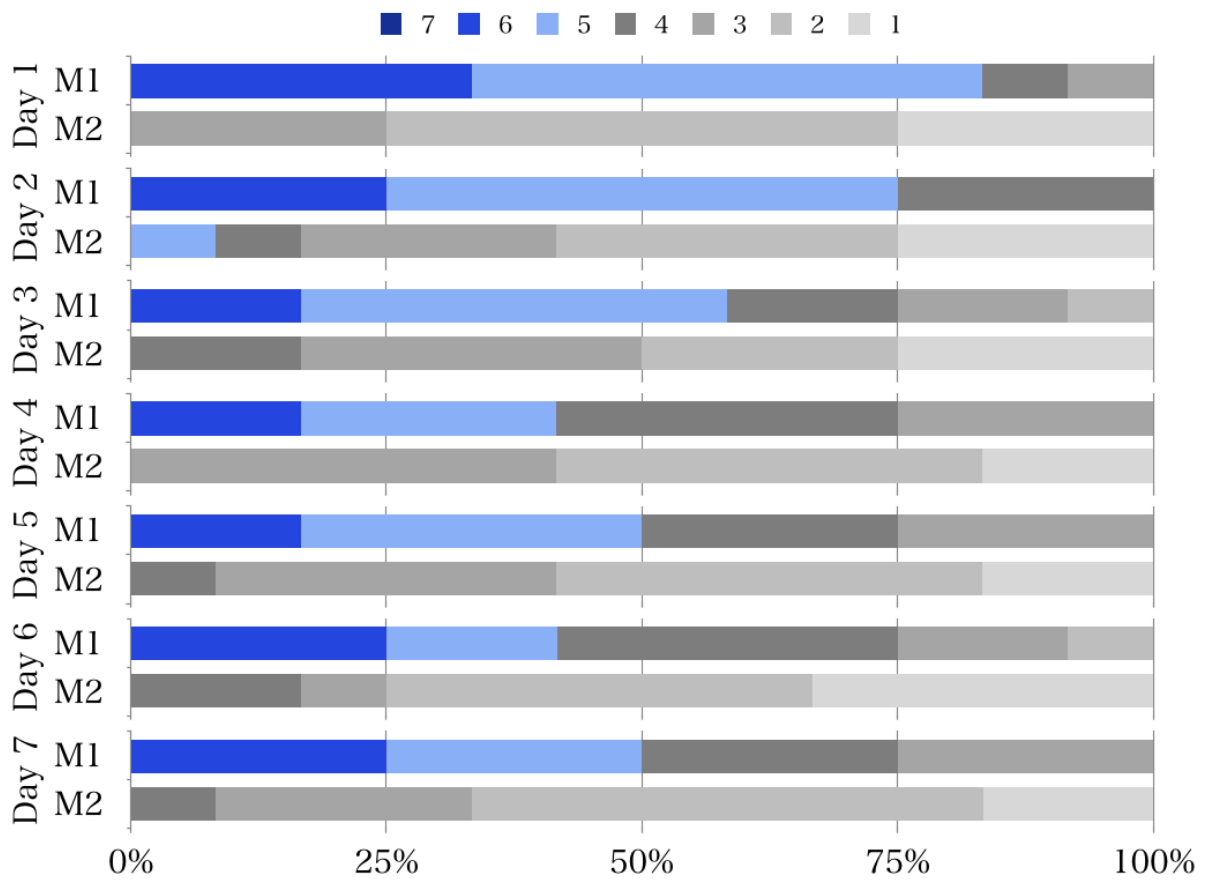


図 5.11: 実験3 Q1-1: 青色エージェントの発言にユーモアを感じましたか (N=12)

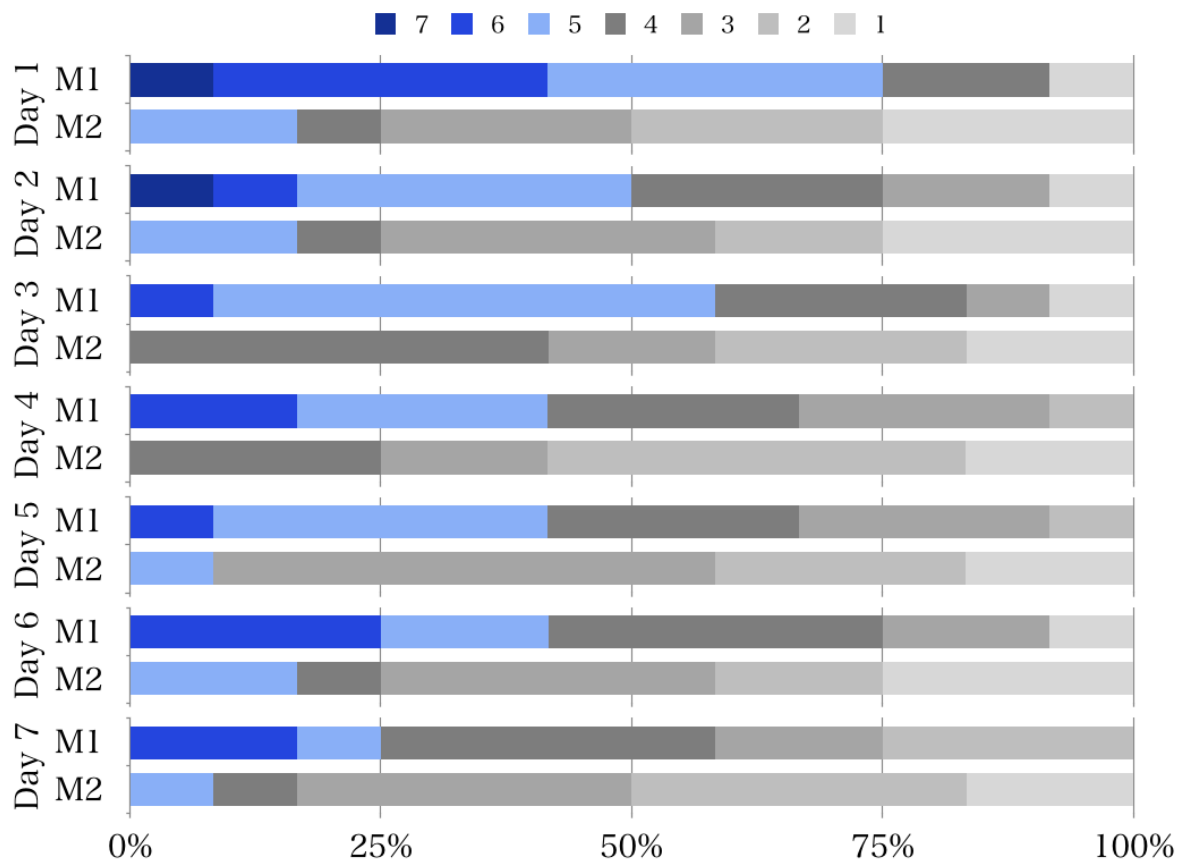


図 5.12: 実験3 Q1-2: オレンジエージェントの発言にユーモアを感じましたか (N=12)

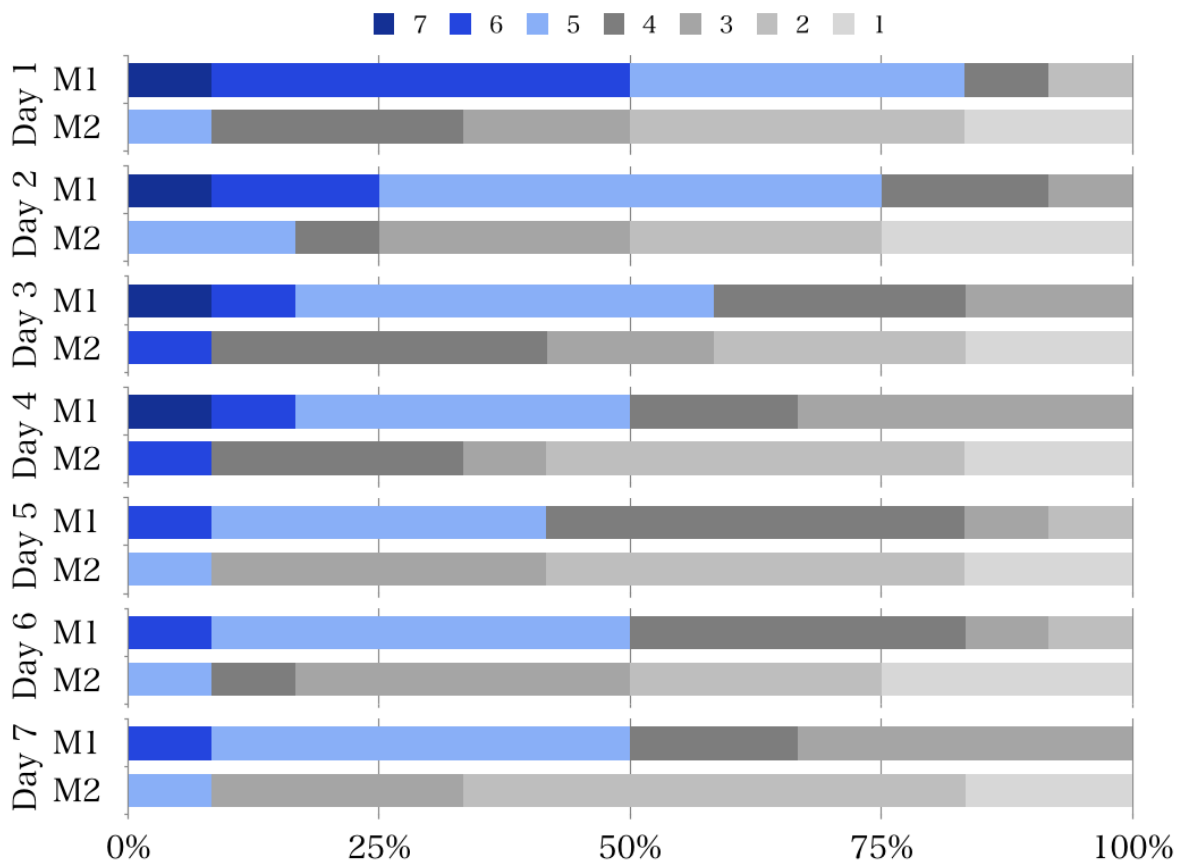


図 5.13: 実験3 Q1-3: 青色とオレンジの2体のエージェントの発言にユーモアを感じましたか (N=12)

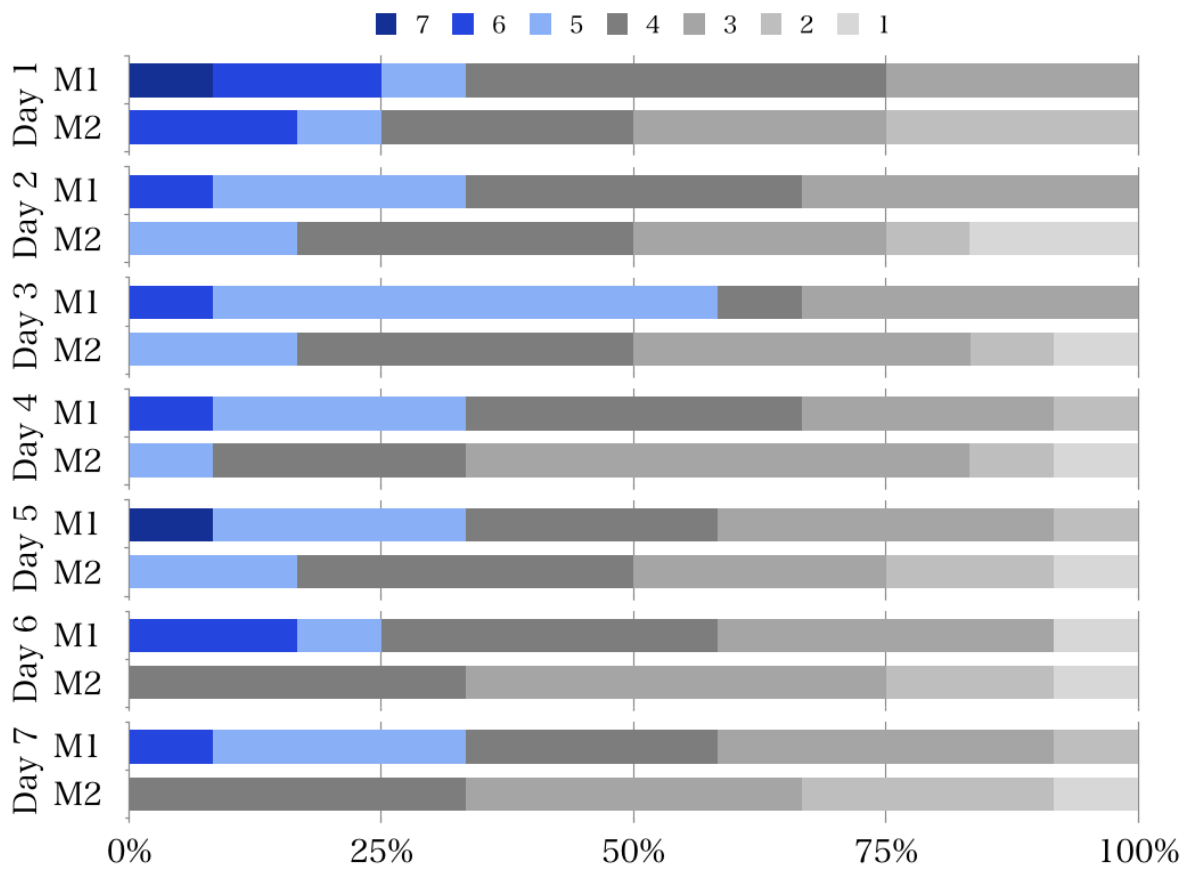


図 5.14: 実験3 Q2-1: 青色エージェントに親しみを感しましたか (N=12)

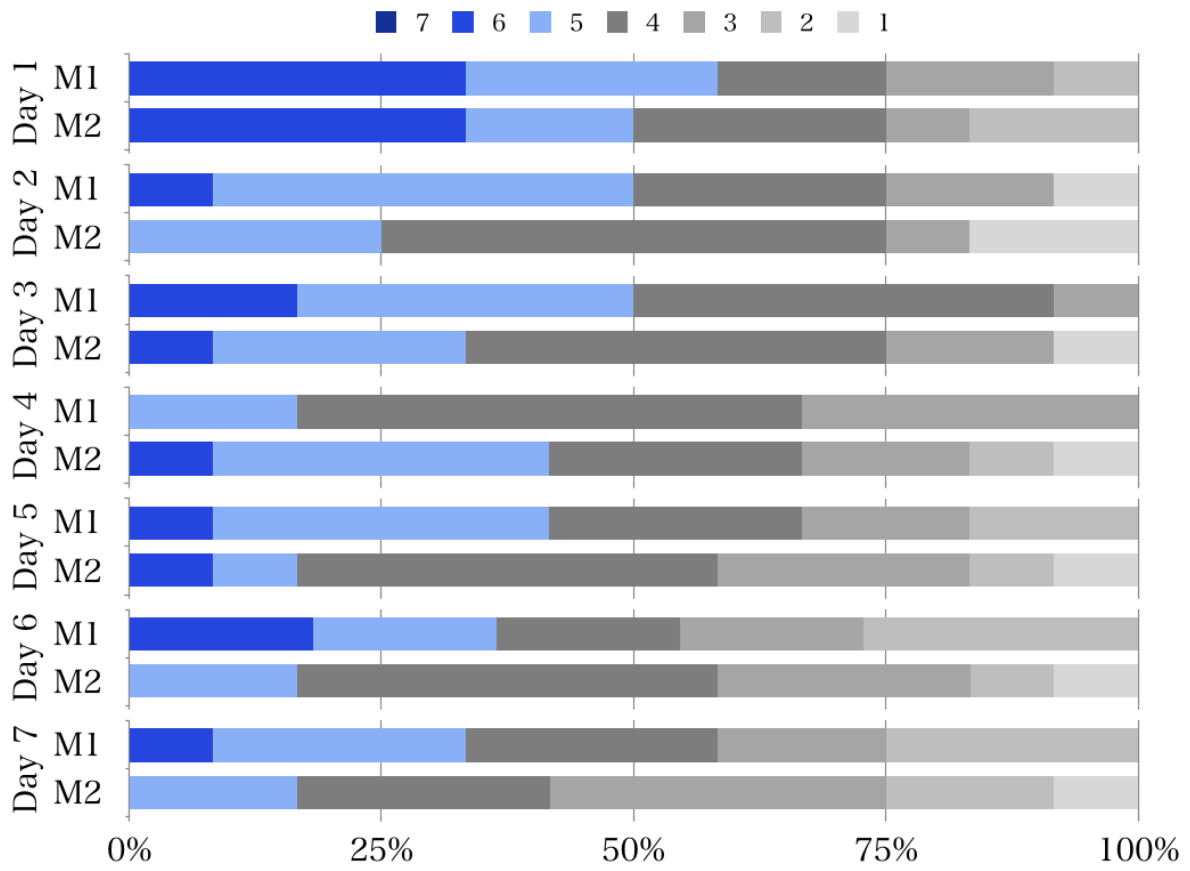


図 5.15: 実験3 Q2-2: オレンジエージェントに親しみを感じましたか (N=12)



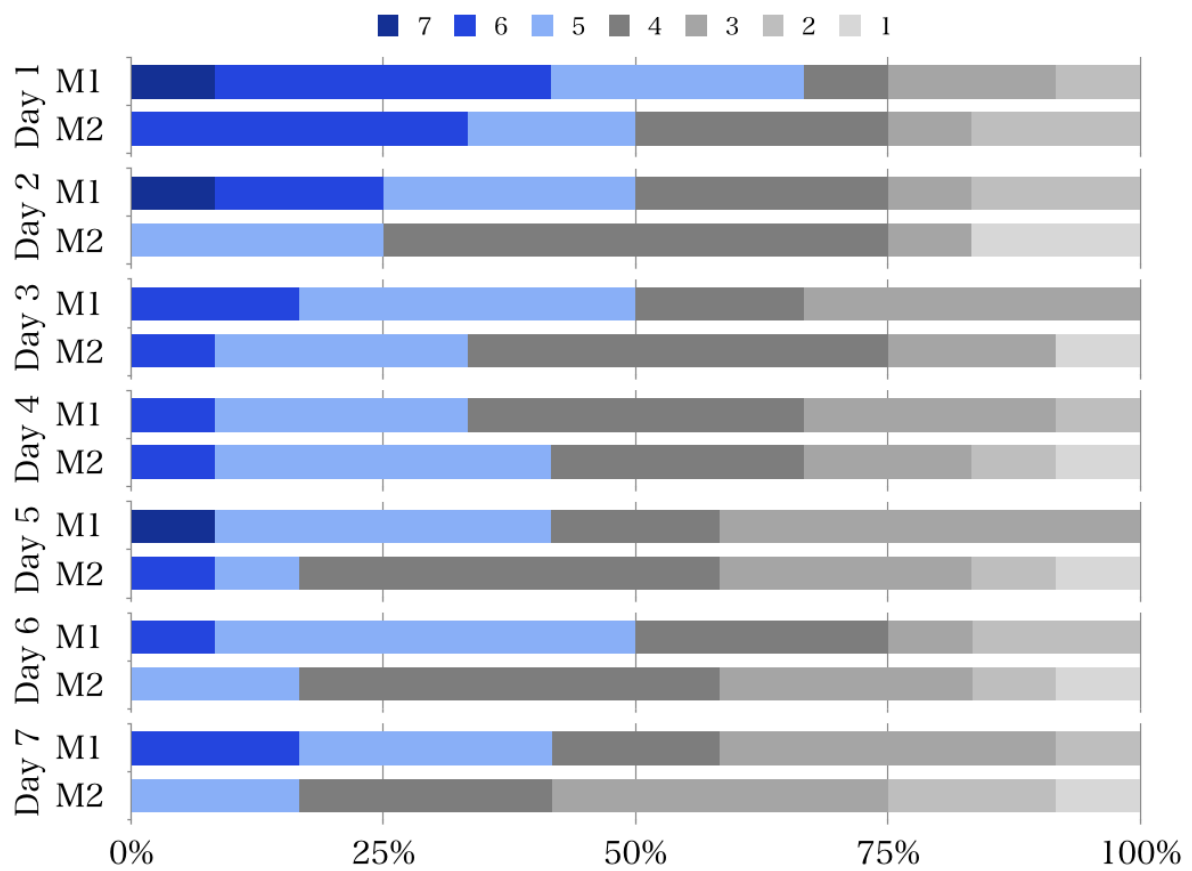


図 5.16: 実験 3 Q2-3: 青色とオレンジの 2 体のエージェントに親しみを感じましたか (N=12)

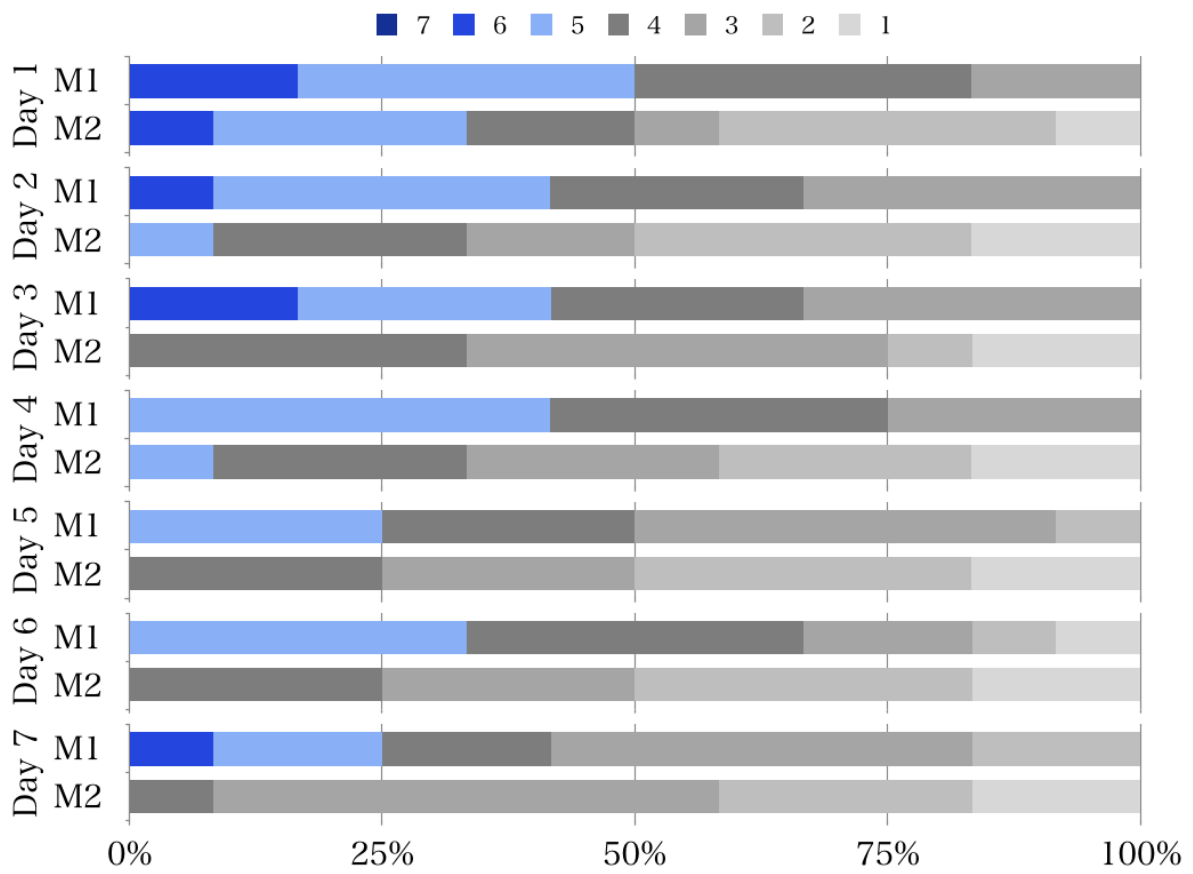


図 5.17: 実験 3 Q3: 青色とオレンジの 2 体のエージェントとの会話を続けようと思いましたが (N=12)

- H5-2: BA によるボケに対し, TA がボケに対してツッコミを行うことで, エージェントらとの対話時のユーザの心理的負担が軽減される
- H5-3: BA によるボケに対し, TA がボケを咀嚼したツッコミを行うことで, ユーザが TA に対して親しみを感じやすくなる.
- H5-4: TA が複数種のツッコミを使うことで, ユーザがエージェントらとの対話継続意欲が向上する.
- H5-5: ユーザが複数日間エージェントを利用するシーンにおいても, エージェントらがユーモア表現を行うことで, エージェントらへの親しみの感じやすさが向上する.

5.4.3 項で述べた結果より, BA がボケを行っておきながら, 自分でそのボケにツッコミを行うため, BA の役割が不明瞭であり, 挙動の理解に苦しんだという声が多数確認されている. このため, BA がボケを行った後に BA 自身がボケにツッコミを行っても, ユーザが感じる会話時の心理的負担に変化は無いと考えられる. 従って, H5-1 について次のような結論が導出される.

**R5-1:** BA によるボケに対し, BA が自身でボケに対してツッコミを行っても, ユーザが感じる会話時の心理的負担は軽減されない.

次に H5-2 については, 5.4.3 項で述べた結果より, Sad 条件の場合, ユーザとの対話にエージェントを 2 体使用し, ユーザの発話に対してボケを行うエージェントと, そのボケにツッコミを行うエージェントに役割分担させることは, 会話を円滑に感じやすくすること, 会話時のストレスの軽減, 対話継続を促すことにおいて有効である可能性があると考えられる. 従って, H5-2 について次のような結論が導出される.

**R5-2:** Sad 条件において, BA によるボケに対し, TA がボケに対してツッコミを行うことで, ユーザのエージェントらとの対話時の心理的負担が軽減される可能性がある.

続いて H5-3 については, 5.4.3 項で述べた結果より, TA が BA のボケにツッコミを行う際, BA のボケを咀嚼することで, ユーザが TA に対してユーモアを感じやすくなることが確認できている. 一方, いくつかの TA のツッコミに対し, ツッコミと判断しにくく, ユーモアを感じられるが親しみは感じられなかったという意見が得られている. 従って, H5-3 について次のような結論が導出される.

**R5-3:** BA によるボケに対し, TA がボケを咀嚼したツッコミを行うことで, ユーザが TA に対してユーモアを感じやすくなるものの, ユーザが TA に対して親しみを感じやすくなるとは限らない.

H5-4 については, 5.5.3 項で述べた結果より, ユーザがエージェントらと対話を複数日行った場合, TA が複数種のツッコミを行う場合よりも, ノリツッコミのみを行う場合の方

が、次第にユーモアを感じやすくなると考えられる。さらに、TAが複数種のツッコミを行う場合、ツッコミに一貫性がなかったため、ノリツッコミのみを行う場合よりも、ユーザのエージェントらとの対話継続意欲が低下することが確認できている。従って、H5-4について次のような結論が導出される。

**R5-4-1** : TAが複数種のツッコミを使ってもユーザがエージェントらにユーモアを感じやすくなるとは限らない。

**R5-4-2** : TAが複数種のツッコミを使ってもユーザがエージェントらとの対話継続意欲が維持されやすくなるとは限らない。

最後にH5-5については、5.6.3項で述べた結果より、提案手法によって生成したボケ・ツッコミを行うエージェントらと対話を行った際、ユーザはエージェントらがボケ・ツッコミを行ったと認知しつつ、その発言に複数日間継続してユーモアを感じやすくなることを確認できている。さらに、コミュニケーションを行い始めて時期が浅い時期にはBAに対する親しみやすさは各手法間で同程度であったが、徐々にM1で有意に高くなることを確認できている。これは、ユーザがBAの役割を徐々に認識し、エージェントのボケ・ツッコミを受け入れられるようになってきたためだと考えられる。そして、提案手法によって生成したボケ・ツッコミを行うエージェントらとの対話継続意欲が維持しやすくなることも確認できている。実際、自身の発言に対してどのようなボケ・ツッコミが生成されるのか気になったという声を確認できている。以上より、H5-5について次のような結論が導出される。

**R5-5-1** : ユーザが複数日間エージェントを利用するシーンにおいて、エージェントらが提案手法によるユーモア表現を行うことで、ユーザはエージェントらへユーモアを感じやすくなる。

**R5-5-2** : ユーザが複数日間エージェントを利用するシーンにおいて、エージェントらが提案手法によるユーモア表現を行うことで、ユーザはBAに対して次第に親しみを感じやすくなる。

**R5-5-3** : ユーザが複数日間エージェントを利用するシーンにおいて、エージェントらが提案手法によるユーモア表現を行うことで、ユーザはエージェントらとの対話継続意欲が維持しやすくなる。

## 第6章 結論

人がエージェントを活用するシーンはますます増えていくと思われる。将来的には、エージェントが様々なシーンで活躍するツールとしてだけでなく、我々の友人や家族の一員として受け入れられる未来が訪れるだろう。本研究では、このような未来の実現に向けて、人がエージェントに対して親しみを感じやすくさせることに取り組んだ。具体的には、エージェントにユーモア性を付与することでユーザがエージェントに親しみを感じやすくさせることを研究の対象とした。

既存のエージェントにユーモア表現を行わせる手法は、ユーザの特定の発言に対応する静的なユーモアを提示する手法と規定のシナリオに沿ってユーモアを提示する手法に大別することができ、これらを人とエージェントの対話シーンに適用する場合、事前準備、双方向性の観点で問題を抱えている。事前準備の観点において、ユーザの特定の発言に対応する静的なユーモアを提示する手法は、膨大な数の会話パターンに対応するための台本を準備するために甚大な労力が必要となる問題がある。双方向性の観点において、規定のシナリオに沿ってユーモアを提示する手法は、一方的にユーモアを披露するような日常的なコミュニケーションの型から外れたものであるため、ユーザとの双方向コミュニケーションを行うシーンに適用できない問題がある。本研究ではこれらの問題を、プロの漫才師が漫才中に使用する聞き間違えて聞き返すボケをユーザとの対話中に動的に生成し、エージェントに行わせることで解決することを目指した。構築したエージェントシステムと対話を行ってもらった実験の結果、ユーザとの対話中にエージェントがボケを行わない手法と比較して、エージェントがボケを行う場合の方がエージェントへのユーモア・親しみの感じやすさが向上することを確認した。本研究における人とエージェントのインタラクション方式はテキスト方式だけでなく音声方式も想定している。そこで、エージェントが音声でボケを行う際の韻律的特徴の違いがユーザのエージェントへのユーモア・親しみやすさに与える影響の検証も行った。実験の結果、エージェントがボケる際の音声の高さを高くすることでエージェントへのユーモア・親しみやすさが向上する可能性があること、エージェントのボケる際の音声の速度を速くするとエージェントへのユーモア・親しみやすさが低下する可能性があることを確認した。

以上より、エージェントがユーザとの対話中にボケを行うことで、エージェントへの親しみやすさが向上することを確認することができた。しかし、提案手法のような、ユーザとのコミュニケーション中に動的に生成したユーモア表現を行う手法をエージェントがユーザと対話するシーンに導入する場合、話題の保持の観点で問題が存在した。具体的には、ユーザとの双方向コミュニケーション中にエージェントがユーモア発言を行うと、エージェントのユーモア発言が会話中の話題をそらしてしまい、話題を保持するためにはユーザが会話の流れを修正しなければいけない問題があった。この問題を解決するために、ユーザとの対話に2体のエージェントを用い、ユーザとの対話中に、システムが動的に生成したユーモア表現を2体のエージェントに相補的に行わせるというインタラクション手法を提案した。提案手法を具体化した上で実装したシステムでは、ユーザの発言に対してユーモア発言を行うボケエージェントと、ボケエージェントのユーモア発言への指摘・話題保持・会話推進を行うツッコミエージェントに役割が分担された2体のエージェントを用いた。この役割分担により、ボケエージェントのユーモア発言で話の腰が折られ

でも、ユーザの代わりにツッコミエージェントがボケを指摘しつつ、会話の流れを修正できる。この提案におけるボケエージェントは上述の、ユーザの発言を聞き間違えて聞き返すボケを行う。ツッコミエージェントは、ツッコミの表現方法が限られていた場合、ユーザのエージェントらとの対話継続意欲が低下すると考え、3種類のツッコミを行えるようにした。具体的には、プロの漫才師のツッコミ役がよく行う、“ボケ役のボケの意味を咀嚼して言い換えるツッコミ”や、“ノリツッコミ”を、ユーザ・ボケエージェントの発言中の単語の同義語や、単語から想起できる動作表現を用いて行えるようにした。構築したエージェントシステムと7日間対話を行ってもらった実験の結果、ユーザがボケエージェントに指摘を行う負荷を無くしつつ、ユーザがエージェントらに次第に親しみを感じられるようになること、対話継続意欲が維持しやすくなることを確認した。この結果は、人がエージェントに親しみを感じやすくさせる手法として、ユーザとの対話中に動的に生成した相補的ユーモア表現を2体の対話型エージェントが役割分担して行うインタラクション手法が有効であることを示している。

上述のように、本研究ではユーザの発言からエージェントらが行うボケ・ツッコミの生成方法を具体化して実装する方法と、実装したシステムを用いて行った検証について述べた。しかし、本研究で述べたエージェントらが行うボケ・ツッコミの生成方法の(A)要素技術や(B)検証内容には複数の制約が存在する。

まず、(A)要素技術における制約を(A-1)システムへの入力方法、(A-2)ボケ・ツッコミの生成方法、(A-3)出力方法の観点でそれぞれ説明する。

(A-1)システムへの入力方法については、対応言語の制約が存在する。対応言語については、本システムではユーザからの入力が日本語に限定されており、多言語化を行う必要がある。本提案はごく一部の処理(ボケ生成時における母音・子音処理など)のみ日本語を前提としているが、基本的には言語非依存のアルゴリズムであるため、比較的少ない手間で提案システムの多言語化が実現可能であると考えている。

(A-2)ボケ・ツッコミの生成方法における制約について説明する。ボケの生成においては、ユーザ入力中のトピックを表す単語から、その入力におけるトピックから概念が離れており、ユーザの入力中のトピックを表す単語に発音が近く、認知度が高い単語を出力するようにしている。この3つの要素をボケ生成時に考慮するために行った実装について改良の余地があると考えている。例えば、単語間の発音の近さを単語の母音間の編集距離を用いて算出しているが、単語を発声した際の音の波形の類似度も考慮することでより発音の近い単語を取得できるようになると思われる。ツッコミの生成においても実装の改良が必要となる点が複数存在する。本研究では、ユーザやボケの発言中の単語の類義語や関連する動作表現を事前定義したテンプレートに当てはめることを行っている。類義語・関連する動作表現の取得方法として、Word2Vecを用いた単語間概念類似度やEDR電子化辞書に登録された単語ごとに結び付けられた概念識別子を用いているが、これらは改善の余地がある。5.4節で述べた検証では、ツッコミエージェントが行うツッコミとボケエージェントのボケに関連性を感じられない場合が多数存在することが分かっている。このため、より関連性を感じさせられるように、新たに単語間の共起関係などを類義語・関連する動作表現の取得方法に取り入れる改良を行う必要があるだろう。ボケ・ツッコミの

種類についても制約が存在する。本研究では、ボケを1種類、ツッコミを3種類実装したが、漫才師が行うようなボケ・ツッコミ手法は他にも多数存在する。例えば、ユーザやボケ役エージェントが寒い（つまらない）ジョークを言った場合に、“真冬の北海道か！”とツッコミを行う方法が考えられる。これは、ユーザ／エージェントの状況に対して、比喻表現を用いてツッコミを行う手法である。5.5節の検証では、エージェントの対話パターンの種類を増やすことが、必ずしもユーザのエージェントへのユーモア・親しみやすさを向上させるわけではないことが分かっている。このことをふまえ、ユーザに訴求する対話パターンを慎重に見極めながら、今後もエージェントらのボケ・ツッコミ手法を増やしていきたい。

(A-3) 出力方法については、(A-3-1) ボケ・ツッコミの出力条件、(A-3-2) ボケ・ツッコミ時に使用するモダリティについて制約が存在する。(A-3-1) ボケ・ツッコミの出力条件については、生成したボケ・ツッコミをユーザとの対話中にどのようなタイミングで行うべきか考慮を行えていないという制約が存在する。例えば、ユーザとの対話中に、ユーザからの入力すべてに対してボケ・ツッコミを行うと対話のテンポなどの観点でユーザのエージェントらに対するユーモア・親しみやすさが低下すると思われる。ボケ・ツッコミを行う確率を事前定義し、都度ボケ・ツッコミを行わない方法が考えられるが、悲しさが強いエピソードを話す際など、ユーザがエージェントにボケ・ツッコミを行われるとエージェントに対する親しみやすさが低下する場合が存在する。この問題を解決するためには、Dybalaらの研究[40]などを参考に、ユーザの発言時の感情を分析し、その結果に合わせてボケ・ツッコミを行うかどうか決定するなどの実装の改良が必要である。ツッコミエージェントのボケへのツッコミ後にユーザに行う会話推進文の自動生成にも取り組んでいく必要がある。これらは、ユーザがエージェントと雑談を行えるようにする既存の手法[99]を参考に実装を行っていく。(A-3-2) ボケ・ツッコミ時に使用するモダリティについては、エージェントらのボケ・ツッコミ時に用いるモダリティがテキストに限定されているという制約が存在する。エージェントがボケを行う際にはテキスト出力のみではなく、音声出力も実現している。しかし実際にプロの漫才師の漫才を観察をすると、音声以外にも動き、表情、間などの多様なモダリティをあわせて披露していることがわかる。漫才師の漫才の観察・分析を続け、多様なモダリティを用いれるようにすることで、ユーザのエージェントらへのユーモア・親しみの感じやすさの向上を目指す。

続いて(B) 検証内容における制約を(B-1) 検証時の条件と(B-2) 検証範囲の観点でそれぞれ説明する。

(B-1) 検証時の条件には、実験協力者の属性、検証のために設けたコミュニケーションシーンについて制約が存在する。まず、実験協力者の属性における制約を説明する。本研究で行った検証では実験協力者の大半は実験者と知人関係にあった。4.4節、4.6節、4.7節、5.5節で述べた検証で使用した比較手法間では、各手法による出力結果からどの手法に有利な回答を行えば本研究の提案手法にとって都合のよい結果になるかどうか推測が困難と思われる。例えば、表4.7に示すように、出力結果のみからどの手法が、単語間の概念の類似度、単語間の発音の近さ、単語の認知度の全てを考慮したかどうか推測は難しいと考えられる。このため、これらの検証においては実験者と実験協力者の関係性が検証に



与える影響は少ないと考えられる。一方で、4.5節、5.4節、5.6節で述べた検証で使った手法間では、各手法による出力結果からどの手法が提案手法であるか推測することは難しくないと考えられる。例えば、4.5節の検証では、一方の手法ではボケを行い、もう一方の手法はボケを行っておらず、ボケを行う方が提案手法であることが推測可能であった。このため、実験者と実験協力者の関係性が実験結果に対して影響を与えていた可能性がある。この影響をなるべく少なくするために、今後はクラウドソーシングなどで実験者と関わりがない人を実験協力者として募集し、検証を行う必要がある。さらに、本研究で行った検証では実験協力者の大半がエージェントの利用経験がある20代の男性であった。本研究は年齢、性別、エージェントの利用経験、コミュニケーション能力などが異なる属性を持つユーザを想定している。このため、多種多様な属性間でエージェントに対する親しみの感じやすさが異なるかどうか検証を続けていく。

続いて、検証のために設けたコミュニケーションシーンに関する制約について説明する。本研究の検証では実験シーンを、嬉しいこと・悲しいことをエージェントに話しかけるシーンや、単語の意味についてエージェントに教えてもらうシーンに限定していた。さらに、各シーンにおけるユーザ側の人数が一人であり、入出力の方式はテキストを前提としていた。しかし、既存のエージェントの活用シーンや入出力の方式は様々であり、本研究がどのようなシーンで有効かどうかそれぞれ検証を行っていく必要がある。このため、アイデア出しを手伝ってもらうシーンや、雑談を行うシーンのような多様なコミュニケーションシーンを新たな実験シーンとして検証を続ける。同時にエージェントと対話を行う人数を複数人にした場合の検証や、エージェントへの入出力をテキスト以外の様々なモダリティを用いる場合の検証も行っていく必要がある。

(B-2) 検証範囲の観点では評価指標の制約が存在する。本研究では、提案手法によってユーザがエージェントに親しみを感じやすくなるか検証を行った。親しみの感じやすさを検証する上で、ボケ・ツッコミへのユーモアの感じやすさや、エージェントらとの対話継続意欲の検証も行ったが、これらはユーザからのアンケートへの回答を求める定性評価に留まっている。このため、エージェントと対話を行う際のユーザの表情などの定量的に測定できる指標を設け、ユーザとの対話中にエージェントらがボケ・ツッコミを行うことでユーザにどのような影響を与えるのかどうか検証を行う。

以上のように、本研究では、ユーザとの対話中に動的に生成したユーモア表現を2体の対話型エージェントが役割分担して行うインタラクション手法を提案した。上記のように要素技術・検証内容の観点からいくつかの制約があるものの、ユーザとの対話中に2体のエージェントが相補的にユーモア表現を行いつつ返答を行うことが、ユーザがエージェントらに親しみを感じさせる手法として一定の有効性があることを確認した。本研究の知見を用いると、相補的なユーモア発言によりユーザに親しみを抱かせやすいエージェントシステムが実現可能である。加えて、既存の雑談／共感エージェントシステムに本知見を導入すれば、これらのシステムの効果をさらに高めることも期待できる。本研究が、人とエージェントが共生し、共に笑い、助け合うような社会の実現に僅かでも寄与することになれば幸いである。

# 謝辭

本研究は非常に多くの方々のご支援のもと行われました。まず、本研究の主査であり、学部時代から合わせて7年間もの間私自身の自由を尊重しつつ、ご指導賜りました宮田章裕教授に感謝を申し上げます。私に研究の面白さ、奥深さ、取り組み方、そして難しさを常に教えてくださった先生のおかげで、現在の私の実績・人間性があります。社会人博士として研究を行えるよう、多くの相談に乗っていただきました。今後も、先生のような研究者を目指し、精進して参りたいと思います。

本稿における副査を務めてくださいました斎藤明教授、尾崎知伸教授、北原鉄朗教授、情報科学部門長というお立場からご指導くださった森山園子教授に感謝を申し上げます。大変ご多忙な時期にも関わらず、研究の本質や論文の体裁の細かい部分に至るところまで非常に丁寧にご指摘いただきありがとうございます。

明治大学の小林稔教授、お茶の水女子大学の伊藤貴之教授、情報経営イノベーション専門職大学の落合慶広准教授、奈良先端科学技術大学院大学の松田裕貴先生には、学会などで顔を合わせるたびに研究に関するアドバイスをいただきました。他大であるのにも関わらず相談に乗っていただけたことに大変感謝しております。

卒業生であり同期である鈴木奨君にも感謝を申し上げます。鈴木君はこの研究が立ち上がった当初のメンバーとして本システムの根幹部分の議論、実装を手伝っていただきました。鈴木君は私が学部時代に研究関係以外で悩んでいた頃も相談を受けてくれるような仲間であり、互いに意識し合い、切磋琢磨するようなライバルでもありました。就職後も研究室のことを気にかけてくれていることも感謝しています。

後輩である富永詩音君、長岡大二君、中原涼太君にも感謝を申し上げます。本業で忙しい中でも、議論の相手になってくれたことで、無事にこのような博士論文を執筆することができました。博士課程に進学後、同期も先輩もいないときの私にとっての一番の頼れる相手でした。3人とのディスカッションで生まれたユーモア生起方法やユーモアへの指摘方法を実現するためのアイデアを形にすることができました。

大西俊輝君、大串旭君、新山はるなさん、齊藤孝樹君、土岐田力輝君には、僕が先輩としての立ち振る舞い方について考える際に多くの助けをいただきました。自身の研究だけに時間を割くのではなく、僕の指示が無くとも積極的に他の後輩の指導を行ってくれたため、研究室全体の雰囲気も良くなっていったと思います。これからも博士・修士として研究を行う際にも継続して頑張ってください。

社会人博士として研究を行うことに理解をいただき多数の助言を行ってくださったソフトバンク株式会社の古野雅人さん、小島一憲さんに感謝をしております。研究の計画のズレによる突発的な休暇申請なども柔軟に認めていただけたおかげで、無事に研究を進めることができました。

同僚である、越後宏紀君、立花巧樹君にも感謝を申し上げます。越後君は、実際に自身が博士を取得した際の経験に基づく研究と向き合う姿勢のアドバイスをいただきました。心身のバランスを取りながら研究を継続することの大切さを学ばせていただきました。立花君は、同じ社会人博士として互いに鼓舞をし合い、研究へのモチベーションを維持するための助けをしていただきました。

友人である、村田泰輝君、内海岳君、西川剛史君、高崎史晟君、金子巧君、新井貴紘君

にも感謝を申し上げます。本稿で述べたエージェントの将来的な活用方法など、研究の意義について議論を行っていただき感謝をしています。

本研究をより魅力的に感じさせるためのアドバイスを多数いただいた志垣沙灯子さんに感謝を申し上げます。志垣さんにはプレゼンへのアドバイスの他にも、研究の悩みの相談相手や、心身の健康を保つための手伝いをしていただくなど、たくさんの助けをいただきました。これからは、一番近いところから支えることで、少しずつ返していきます。ここまで述べたみなさん以外にも、ゼミに配属され、博士までやり遂げるために私自身を支えてくださった方は数えきれません。研究を正しく進めるためのアドバイスをくださった方々や、気分転換のための時間に付き合ってくださいました友人達、そして私を支えてくださった家族に感謝の意を表します。

## 参考文献

- [1] Seana Coulson and Robert F. Williams. Hemispheric asymmetries and joke comprehension. *Neuropsychologia*, Vol. 43, No. 1, pp. 128–141, 2005.
- [2] Andrea C. Samson, Christian F. Hempelmann, Oswald Huber, and Stefan Zysset. Neural substrates of incongruity-resolution and nonsense humor. *Neuropsychologia*, Vol. 47, No. 4, pp. 1023–1033, 2009.
- [3] Thomas R. Shultz. The role of incongruity and resolution in children’s appreciation of cartoon humor. *Journal of Experimental Child Psychology*, Vol. 13, No. 3, pp. 456–477, 1972.
- [4] Jerry Suls. Cognitive processes in humor appreciation. *Handbook of Humor Research*, Vol. 1, pp. 39–57, 1983.
- [5] 内田照久, 中畝菜穂子. 声の高さと発話速度が話者の性格印象に与える影響. *The Japanese Journal of Psychology*, Vol. 75, No. 5, pp. 397–406, 2004.
- [6] 石田亨. エージェントを考える. *人工知能*, Vol. 10, No. 5, pp. 663–667, 1995.
- [7] Joseph Weizenbaum. Eliza—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, Vol. 9, No. 1, p. 36–45, 1966.
- [8] Bart Larivière, David Bowen, Tor W. Andreassen, Werner Kunz, Nancy J. Sirianni, Chris Voss, Nancy V. Wunderlich, and Arne De Keyser. “Service Encounter 2.0”: An investigation into the roles of technology, employees and customers. *Journal of Business Research*, Vol. 79, No. C, pp. 238–246, 2017.
- [9] Arne De Keyser, Sarah Köcher, Linda Alkire, Cédric Verbeeck, and Jay Kandampully. Frontline service technology infusion: conceptual archetypes and future research directions. *Journal of Service Management*, Vol. 30, pp. 156–183, 2019.
- [10] Detelina Marinova, Ko de Ruyter, Ming-Hui Huang, Matthew Meuter, and Goutam Challagalla. Getting smart: Learning from technology-empowered frontline interactions. *Journal of Service Research*, Vol. 20, No. 1, pp. 29–42, 2017.

- 
- [11] Jiunn-Woei Lian. Why is self-service technology (SST) unpopular? Extending the IS success model. *Library Hi Tech*, Vol. 39, No. 4, pp. 1154–1173, 2018.
- [12] Maria Åkesson, Bo Edvardsson, and Bård Tronvoll. Customer experience from a self-service system perspective. *Journal of Service Management*, Vol. 25, No. 5, pp. 677–698, 2014.
- [13] 山田誠二. HAI ヒューマンエージェントインタラクション：人間-AI 協働のための情報デザイン. パナソニック技報, 2021.
- [14] 山田誠二. 人とロボットの〈間〉をデザインする. 東京電機大学出版局, 2007.
- [15] 山田誠二. マインドインタラクション—AI 学者が考える《ココロ》のエージェント—. 近代科学社, 2019.
- [16] 米澤朋子. 私のブックマーク：擬人化メディアと Human-Agent Interaction：「情熱」のあるやり取りを目指して. *人工知能*, Vol. 36, No. 3, pp. 377–396, 2021.
- [17] Ewa Luger and Abigail Sellen. Like Having a Really Bad PA : The Gulf between User Expectation and Experience of Conversational Agents. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 5286–5297, 2016.
- [18] Peter Khooshabeh, Cade McCall, Sudeep Gandhe, Jonathan Gratch, and James Blascovich. Does it matter if a computer jokes. In *Extended Abstracts of the 2011 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 77–86, 2011.
- [19] Q. Vera Liao, Muhammed Mas ud Hussain, Praveen Chandar, Matthew Davis, Yasaman Khazaeni, Marco Patricio Crasso, Dakuo Wang, Michael Muller, N. Sadat Shami, and Werner Geyer. All work and no play? Conversations with a question-and-answer chatbot in the wild? In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–13, 2018.
- [20] Karl Daher, Dahlia Saad, Elena Mugellini, Denis Lalanne, and Omar Abou Khaled. Empathic and empathetic systematic review to standardize the development of reliable and sustainable empathic systems. *Sensors*, Vol. 22, No. 8, 2022.
- [21] Tanya L. Chartrand and John A. Bargh. The chameleon effect: The perception–behavior link and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 76, No. 6, pp. 893–910, 1999.
- [22] Rick B. van Baaren, Rob W. Holland, Kerry Kawakami, and Ad van Knippenberg. Mimicry and prosocial behavior. *Psychological Science*, Vol. 15, No. 1, pp. 71–74, 2004.

- [23] Dynel Marta. Beyond a joke: Types of conversational humour. *Language and Linguistics Compass*, Vol. 3, No. 5, pp. 1284–1299, 2009.
- [24] Kim Binsted, Anton Nijholt, Oliviero Stock, Carlo Strapparava, Graeme Ritchie, Ruli Manurung, Helen Pain, Annalu Waller, and Dave O’Mara. Computational humor. *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 21, No. 2, pp. 59–69, 2006.
- [25] 上野行良. ユーモア現象に関する諸研究とユーモアの分類化について. *社会心理学研究*, Vol. 7, No. 2, pp. 112–120, 1992.
- [26] Apple Inc.: Siri <https://www.apple.com/ios/siri/> (last visited on 2024/1/4).
- [27] Google LLC.: Google assistant <https://assistant.google.com/> (last visited on 2024/1/4).
- [28] ビンステッドキム, 滝澤修. 日本語駄洒落なぞなぞ生成システム “boke”. *人工知能学会誌*, Vol. 13, No. 6, pp. 920–927, 1998.
- [29] 真下遼, 梅谷智弘, 北村達也, 灘本明代. 文の感情を考慮した漫才ロボット台本自動生成手法の提案. 第7回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, pp. F4–4, 2015.
- [30] 青木亮, 義尚晃, 原口和貴, 梅谷智弘, 北村達也, 灘本明代. 理解しやすい対話を用いた漫才台本の自動生成. 第10回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, pp. C1–5, 2012.
- [31] 吉田裕介, 萩原将文. 漫才形式の対話文自動生成システム. 第13回日本感性工学大会, 2011.
- [32] 吉田裕介, 萩原将文. 漫才形式の対話文自動生成システム. *日本感性工学会論文誌*, Vol. 11, No. 2, pp. 265–272, 2012.
- [33] 竹越智也, 萩原将文. ロボット漫才自動生成システム — 動作が漫才に与える影響の考察. *日本感性工学会論文誌*, Vol. 15, No. 1, pp. 47–54, 2016.
- [34] 伊勢崎隆司, 小林明美, 有賀玲子, 山田智広. お題に対してユーモアを生起する回答文選択の検討. *マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム論文集*, pp. 643–648, 2018.
- [35] Google LLC.: Google Ngram Viewer <https://books.google.com/ngrams/> (last visited on 2024/1/4).
- [36] 株式会社はてな: はてなブログ <https://hatenablog.com/> (last visited on 2024/1/4).

- [37] MeCab: Yet another part-of-speech and morphological analyzer : <http://taku910.github.io/mecab/> (last visited on 2024/1/4).
- [38] 関陽介. 用例に基づく疑似的な聞き間違いによりユーモア表現を生成する対話システム. 人工知能学会論文誌, Vol. 36, No. 2, pp. 1–10, 2021.
- [39] 中谷仁, 岡夏樹. ロボットの日常会話におけるユーモア生成の試み. 人工知能学会全国大会論文集, Vol. JSAI2009, p. 1J1OS25, 2009.
- [40] Pawel Dybala, Michal Ptaszynski, Jacek Maciejewski, Mizuki Takahashi, Rafal Rzepka, and Kenji Araki. Multiagent system for joke generation: Humor and emotions combined in human-agent conversation. *Ambient Intelligence and Smart Environments*, Vol. 2, No. 1, pp. 31–48, 2010.
- [41] Davis Mark. Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of personality and social psychology*, Vol. 44, No. 1, pp. 113–126, 1983.
- [42] Davis Mark. *Empathy: A Social Psychological Approach*. 2018.
- [43] Erika Weisz and Mina Cikara. Strategic regulation of empathy. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 25, No. 3, pp. 213–227, 2021.
- [44] Casas Jacky, Spring Timo, Daher Karl, Mugellini Elena, Khaled Omar Abou, and Cudré-Mauroux Philippe. Enhancing conversational agents with empathic abilities. In *Proceedings of the 21st ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents*, pp. 41–47, 2021.
- [45] R. M. Maatman, Jonathan Gratch, and Stacy Marsella. Natural behavior of a listening agent. In *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 25–36, 2005.
- [46] 沼田崇志, 朝康博, 北垣友博, 橋本剛明, 唐沢かおり. ユーザの感情の種類と原因を考慮した対話エージェントの応答モデルの開発. インタラクシオン 2019 論文集, pp. 923–926, 2019.
- [47] 沼田崇志, 朝康博, 牧敦. 感情表現を模倣する対話エージェントの開発とその評価. 日本バーチャルリアリティ学会 VR 学研報, pp. 57–62, 2019.
- [48] 柴田万里那, 大西俊輝, 呉健朗, 宮田章裕. 柔らかい物体の動きによる共感表現方法の効果. 情報処理学会論文誌, Vol. 62, No. 1, pp. 26–34, 2021.
- [49] Russell James. A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 39, pp. 1161–1178, 1980.



- [50] 武田風太, 鈴木慎太郎, 矢島敬士. 対話型キャラクターエージェントを用いたコミュニケーションによる高齢者の見守りシステム支援. 情報処理学会第78回全国大会講演論文集, pp. 401–402, 2016.
- [51] Luis A. Fuente, Ierardi Hannah, Pilling Michael, and Nigel T. Crook. Influence of upper body pose mirroring in human-robot interaction. *Social Robotics*, pp. 214–223, 2015.
- [52] Ning Wang and Jonathan Gratch. Can virtual human build rapport and promote learning? In *Proceedings of the 2009 Conference on Artificial Intelligence in Education: Building Learning Systems That Care: From Knowledge Representation to Affective Modelling*, pp. 737–739, 2009.
- [53] 板垣祐作, 小野哲雄. 共感に基づくヒューマンエージェントインタラクションの実現. 情報処理学会第70回全国大会, pp. 291–292, 2008.
- [54] 熊崎周作, 竹内勇剛. 他者性の知覚と共感を誘発する自己投影像. 日本認知科学会第31回大会, pp. 724–730, 2014.
- [55] 小倉拓人, 徳永隼人, 松村冬子, 原田実. 進行役と鑑賞者のエージェントを用いた対話型鑑賞システム. *じんもんこん 2015 論文集*, Vol. 2015, pp. 43–50, 2015.
- [56] 藤堂祐樹, 西村良太, 山本一公, 中川聖一. 複数の対話エージェントを用いた音声対話システムの分析と評価. 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション, Vol. 151, pp. 1–7, 2013.
- [57] Yuka Okada, Mitsuhiro Kimoto, Takamasa Iio, Katsunori Shimohara, and Masahiro Shiomi. Two is better than one: Apologies from two robots are preferred. *PLOS ONE*, Vol. 18, No. 2, pp. 1–17, 2023.
- [58] ソニー株式会社: aibo <https://aibo.sony.jp/> (last visited on 2024/1/4).
- [59] 藤田雅博. エンタテインメントロボット aibo. 映像情報メディア学会誌, pp. 657–661, 2020.
- [60] 江角直起, 小柳津拓也, 志々見亮. ココロ, 動く電話. ロボホン. 人工知能学会研究会資料 言語・音声理解と対話処理研究会, Vol. 78, pp. 39–40, 2016.
- [61] 橋本和奈実, 古谷健. 発話速度と声の高さが特性推論に及ぼす影響—二段階推論仮説に基づいて—. *Japanese Journal of Applied Psychology*, Vol. 45, No. 1, pp. 15–25, 2019.
- [62] Suzanne Tolmeijer, Naim Zierau, Andreas Janson, Jalil Sebastian Wahdatehagh, Jan Marco Marco Leimeister, and Abraham Bernstein. Female by Default? – Exploring

- the Effect of Voice Assistant Gender and Pitch on Trait and Trust Attribution. *In Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, No. 455, pp. 1–7, 2021.
- [63] Katie Seaborn, Norihisa P. Miyake, Peter Pennefather, and Mihoko Otake-Matsuura. Voice in human–agent interaction: A survey. *ACM Computing Surveys*, Vol. 54, No. 81, pp. 1–54, 2021.
- [64] Takahisa Iizuka and Hiroki Mori. How does a spontaneously speaking conversational agent affect user behavior? *IEEE Access*, Vol. 10, pp. 111042–111051, 2022.
- [65] Haohan Guo, Shaofei Zhang, Frank K. Soong, Lei He, and Lei Xie. Conversational End-to-End TTS for Voice Agents. In *2021 IEEE Spoken Language Technology Workshop (SLT)*, pp. 403–409, 2021.
- [66] Christoph Schild, Julia Stern, and Ingo Zettler. Linking men’s voice pitch to actual and perceived trustworthiness across domains. *Behavioral Ecology*, Vol. 31, No. 1, pp. 164–175, 2019.
- [67] Daniel McDuff and Mary Czerwinski. Designing emotionally sentient agents. *In Communications of the ACM*, Vol. 61, No. 12, pp. 74–83, 2018.
- [68] 井上宏. 「笑い学」研究について. 笑い学研究, Vol. 9, pp. 3–15, 2002.
- [69] 宮澤幸希, 常世徹, 梶井祐介. 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. 電子情報通信学会論文誌. A, 基礎・境界, Vol. 95, No. 1, pp. 27–36, 2012.
- [70] 今井倫太. HAI研究のモデル化への挑戦. 人工知能学会全国大会論文集, Vol. JSAI2012, p. 3O2OS3b1, 2012.
- [71] 大池晶. 《巻頭言》 「漫才」のかたち. 笑い学研究, Vol. 24, pp. 1–2, 2017.
- [72] Kenro Go, Toshiki Onishi, Asahi Ogushi, Shunsuke Tokuda, and Akihiro Miyata. Evaluation of motivation for conversational agents replying with manzai-style jokes. *Transactions of the Virtual Reality Society of Japan*, Vol. 28, No. 1, pp. 43–53, 2023.
- [73] Kenro Go, Toshiki Onishi, Asahi Ogushi, and Akihiro Miyata. Conversational agents replying with a manzai-style joke. In *Proceedings of the 33rd Australian Conference on Human-Computer Interaction*, pp. 221–230, 2022.
- [74] 呉健朗, 富永詩音, 武藤佑太, 宮田章裕. 複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システム. 情報処理学会論文誌, Vol. 61, No. 8, pp. 1353–1362, 2020.

- [75] 杉山弘晃, 目黒豊美, 吉川雄一郎, 大和淳司. 複数ロボット間連携による対話破綻回避効果の分析. 人工知能学会全国大会論文集, Vol. JSAI2017, p. 1B2OS25b2, 2017.
- [76] 飯尾尊優, 吉川雄一郎, 石黒浩. ロボットの複数体化が対話感に及ぼす影響: 展示会におけるボタン入力対話体験の評価. pp. 203-3, 2016.
- [77] Leonard L. Martin. The psychology of humor an integrative approach. *Elsevier Academic Press*, 2007.
- [78] 伊藤大幸. ユーモアの生起過程における論理的不適合および構造的不適合の役割. 認知科学, Vol. 17, No. 2, pp. 297-312, 2010.
- [79] 織田正吉, 野村雅昭, Wヤング, 長島平洋. シャレ・ダジャレ学事始(ことはじめ)(第19回研究会). 笑い学研究, Vol. 6, pp. 55-67, 1999.
- [80] April Bleske-Rechek, Katie Paulich, Paige Shafer, and Chloe Kofman. Grammar matters: The tainting effect of grammar usage errors on judgments of competence and character. *Personality and Individual Differences*, Vol. 141, pp. 47-50, 2019.
- [81] Tomas Mikolov, Kai Chen, Greg Corrado, and Jeffrey Dean. Efficient estimation of word representations in vector space. *arxiv*, 2013.
- [82] Gensim: <https://radimrehurek.com/gensim/index.html> (last visited on 2024/1/4).
- [83] 松尾豊, 石塚満. 語の共起の統計情報に基づく文書からのキーワード抽出アルゴリズム. 人工知能学会論文誌, Vol. 17, No. 3, pp. 217-223, 2002.
- [84] 松山学, 平岡佑介, 渡邊倫, 伊藤孝行, 新谷虎松. 収集論文を利用したキーワード抽出に基づくユーザプロファイルの生成について. 情報処理学会第66回全国大会講演論文集, pp. 125-126, 2004.
- [85] 武田善行, 梅村恭司. キーワード抽出を実現する文書頻度分析. 情報処理学会研究報告, Vol. 2001, No. 112, pp. 27-32, 2001.
- [86] 杉藤美代子. 日本語音声の音声学的特徴. *BME*, Vol. 11, No. 4, pp. 2-8, 1997.
- [87] 呉健朗, 中原涼太, 長岡大二, 中辻真, 宮田章裕. ボケて返す対話型エージェント. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 23, No. 4, pp. 231-238, 2018.
- [88] 呉健朗, 長岡大二, 中原涼太, 宮田章裕. 文のトピックを考慮した単語置換によるユーモア発話を行う対話型エージェント. 情報処理学会論文誌, Vol. 61, No. 1, pp. 113-122, 2020.

- [89] Kenro Go, Shunsuke Tokuda, Haruna Niiyama, Toshiki Onishi, Asahi Ogushi, and Akihiro Miyata. Evaluation of prosodic features suitable for conversational agents replying with a joke. *Journal of Information Processing*, Vol. 32, pp. 35–40, 2024.
- [90] Open JTalk : <https://open-jtalk.sp.nitech.ac.jp> (last visited on 2024/1/4).
- [91] Praat : doing phonetics by computer. <http://www.praat.org/>.
- [92] 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.
- [93] 安部達雄. 漫才における「ツッコミ」の類型とその表現効果. *国語学研究と資料*, Vol. 28, pp. 48–60, 2005.
- [94] 金水敏. ボケとツッコミ-語用論における漫才の会話の分析-. 上方の文化-上方ことばの今昔, 1992.
- [95] Ana Paula Chaves and Marco Aurelio Gerosa. Single or multiple conversational agents? an interactional coherence comparison. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–13, 2018.
- [96] 独立行政法情報通信研究機構. EDR 電子化辞書. 2002.
- [97] 呉健朗, 大西俊輝, 大串旭, 宮田章裕. ノリツッコミを行う対話型エージェント. *情報処理学会インタラクション 2022 論文集*, pp. 39–47, 2022.
- [98] Robert B. Miller. Response time in man-computer conversational transactions. *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*, 1899.
- [99] 小林峻也, 萩原将文. ユーザの嗜好や人間関係を考慮する非タスク指向型対話システム. *人工知能学会論文誌*, Vol. 31, No. 1, pp. 1–10, 2016.

# 研究業績

## 本論文に関する研究業績

### 原著論文

- (1) Kenro Go, Toshiki Onishi, Asahi Ogushi, Shunsuke Tokuda, and Akihiro Miyata: Evaluation of Prosodic Features Suitable for Conversational Agents Replying with a Joke, *Journal of Information Processing*, Vol.32, pp.35–40 (2024)\*.
- (2) Kenro Go, Toshiki Onishi, Asahi Ogushi, Shunsuke Tokuda, and Akihiro Miyata: Evaluation of Motivation for Conversational Agents Replying to Manzai-Style Jokes, *Transactions of the Virtual Reality Society of Japan*, Vol.28, No.1, pp.43–53 (2023)\*.
- (3) 呉健朗, 富永詩音, 武藤佑太, 宮田章裕: 複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システム, *情報処理学会論文誌*, Vol.61, No.8, pp.1353–1362 (2020).
- (4) 呉健朗, 長岡大二, 中原涼太, 宮田章裕: 文のトピックを考慮した単語置換によるユーモア発話を行う対話型エージェント, *情報処理学会論文誌*, Vol.61, No.1, pp.113–122 (2020).
- (5) 呉健朗, 中原涼太, 長岡大二, 中辻真, 宮田章裕: ボケて返す対話型エージェント, *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol.23, No.4, pp.231–238 (2018).

### 国際会議

- (1) Kenro Go, Toshiki Onishi, Asahi Ogushi, and Akihiro Miyata: Conversational Agents Replying with a Manzai-style Joke, *Proc. 33rd Australian Conference on Human-computer-interaction (OzCHI'21)*, pp.221–231 (2021).

### 査読付国内会議

- (1) 呉健朗, 大西俊輝, 大串旭, 宮田章裕: ノリツッコミを行う対話型エージェント, *情報処理学会インタラクション2022 論文集*, pp.39–47 (2022).
- (2) 中原涼太, 長岡大二, 呉健朗, 大西俊輝, 柴田万里那, 宮田章裕: 複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システムの基礎検討, *情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ2018 論文集*, Vol.2018, pp.1–8 (2018).
- (3) 瀧田航平, 鈴木奨, 呉健朗, 堀越和, 中辻真, 宮田章裕: キャラクター性を持ったボケて返す対話型エージェントの基礎検討, *情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ2017 論文集*, Vol.2017, pp.1–6 (2017).

---

\*本論文の基礎論文である.

## 研究会・シンポジウム

- (1) 新山はるな, 呉健朗, 大西俊輝, 大串旭, 宮田章裕: ユーモラスに話題提供を行うエージェントの検証, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'23), pp.700-707 (2023).
- (2) 新山はるな, 得田舜介, 大串旭, 大西俊輝, 呉健朗, 大澤正彦, 宮田章裕: ユーモラスに話題提供を行うエージェントの基礎検討, 情報処理学会インタラクシオン 2023 論文集, pp.447-450 (2023).
- (3) 得田舜介, 呉健朗, 大西俊輝, 大串旭, 宮田章裕: 対話型エージェントのユーモア表現に適した韻律的特徴の調査, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'22), pp.570-575 (2022).
- (4) 呉健朗, 大西俊輝, 大串旭, 宮田章裕: ノリツッコミを行う対話型エージェント, 情報処理学会インタラクシオン 2022 論文集, pp.39-47 (2022).
- (5) 得田舜介, 呉健朗, 田中柊羽, 大西俊輝, 大串旭, 宮田章裕: 英語でボケる発言を行うエージェントの基礎検討, 情報処理学会インタラクシオン 2022 論文集, pp.291-294 (2022).
- (6) 田中柊羽, 呉健朗, 大西俊輝, 大串旭, 武藤佑太, 宮田章裕: たとえツッコミを行う対話型エージェントの基礎検討, 情報処理学会インタラクシオン 2021 論文集, pp.639-641 (2021).
- (7) 武藤佑太, 呉健朗, 富永詩音, 山内愛里沙, 宮田章裕: ノリツッコミを行う対話型エージェントの基礎検討, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'20), pp.663-668 (2020).
- (8) 武藤佑太, 呉健朗, 富永詩音, 山内愛里沙, 宮田章裕: ユーモア提示エージェントプラットフォームの構築, 情報処理学会インタラクシオン 2020 論文集, pp.253-255 (2020).
- (9) 中原涼太, 長岡大二, 呉健朗, 大西俊輝, 柴田万里那, 宮田章裕: 複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システムの基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2018 論文集, pp.1-8 (2018).
- (10) 長岡大二, 中原涼太, 呉健朗, 鈴木奨, 宮田章裕: 文脈を考慮してボケる対話型エージェントの実装と評価, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'18), pp.627-632 (2018).
- (11) 呉健朗, 中原涼太, 長岡大二, 宮田章裕: 文に対してボケて返す対話型エージェントの基礎検討, 日本バーチャルリアリティ学会 VR 学研報, pp.13-17 (2018).

- (12) 呉健朗, 鈴木奨, 瀧田航平, 堀越和, 中辻真, 宮田章裕: 対話型エージェントにおけるボケる返答機能の実装, 情報処理学会インタラクシオン 2018 論文集, pp.1015–1019 (2018).
  - (13) 長岡大二, 中原涼太, 小林舞子, 鈴木奨, 呉健朗, 宮田章裕: 文脈を考慮してボケるエージェントの基礎検討, 情報処理学会インタラクシオン 2018 論文集, pp.882–884 (2018).
  - (14) 呉健朗, 鈴木奨, 瀧田航平, 中原涼太, 中辻真, 宮田章裕: ボケて返す対話型エージェントの実装, 日本バーチャルリアリティ学会 VR 学研報, pp.15–18 (2017).
  - (15) 瀧田航平, 鈴木奨, 呉健朗, 堀越和, 中辻真, 宮田章裕: キャラクター性を持ったボケて返す対話型エージェントの基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2017 論文集, pp.1–6 (2017).
  - (16) 鈴木奨, 呉健朗, 瀧田航平, 堀越和, 中辻真, 宮田章裕: ボケて返す対話型エージェントの基礎検討, 情報処理学会研究報告 (GN), グループウェアとネットワークサービス, pp.1–6 (2017).
- 

## 受賞

- (1) 中原涼太, 長岡大二, 呉健朗, 大西俊輝, 柴田万里那, 宮田章裕: 複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア生成システムの基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2018, ベストペーパー賞 (2018).
  - (2) 呉健朗, 鈴木奨, 瀧田航平, 中原涼太, 中辻真, 宮田章裕: ボケて返す対話型エージェントの実装, 日本バーチャルリアリティ学会サイバースペースと仮想都市研究委員会, 2017 年サイバースペース研究賞 (2018).
  - (3) 瀧田航平, 鈴木奨, 呉健朗, 堀越和, 中辻真, 宮田章裕: キャラクター性を持ったボケて返す対話型エージェントの基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2017, ベストペーパー賞 (2017).
- 

## その他

- (1) 呉健朗: ボケ・ツッコミを入れて返す対話型エージェント, SB Tech Festival 2022 (2022).
- (2) 「電話番号教えて」「え、ケンカ番長?」日大生が作った“ボケる AI”, アイティメディア株式会社 ITmedia NEWS, <https://www.itmedia.co.jp/news/articles/1709/21/news093.html> (2017).



- 
- (3) 東京ゲームショウ 2017 出展, ボケる AI, <https://expo.nikkeibp.co.jp/tgs/2017/exhibition/> (2017).
- 

## 本論文以外に関する研究業績

### 原著論文

- (1) 越後宏紀, 吳健朗, 新井貴紘, 富永詩音, 小林稔: カテゴリ別における VTuber と YouTuber の配信スタイルによる印象評価, 情報処理学会論文誌, Vol.64, No.1, pp.86–95 (2023).
  - (2) 今井廉, 吳健朗, 富永詩音, 木村悠児, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: 会話の流れの可視化によるビデオ会議への効果, 情報処理学会論文誌, Vol.63, No.1, pp.11–20 (2022).
  - (3) 吳健朗, 小林優維, 大和佑輝, 宮田章裕: Tap Messenger: タップのみでコミュニケーションを行うシステム, 情報処理学会論文誌, Vol.62, No.1, pp.136–144 (2021).
  - (4) 鈴木颯馬, 尹泰明, 立花巧樹, 大和佑輝, 吳健朗, 富永詩音, 小林稔, 宮田章裕: FIND-rawers: 収納物を検索可能な引き出し型システム, 情報処理学会論文誌, Vol.62, No.1, pp.44–52 (2021).
  - (5) 柴田万里那, 大西俊輝, 吳健朗, 宮田章裕: 柔らかい物体の動きによる共感表現方法の効果, 情報処理学会論文誌, Vol.62, No.1, pp.26–34 (2021).
  - (6) 立花巧樹, 吳健朗, 富永詩音, 大西俊輝, 鈴木颯馬, 諏訪博彦, 宮田章裕: 実世界オブジェクトを用いた生活空間内における事故予測支援手法, 情報処理学会論文誌, Vol.62, No.1, pp.35–43 (2021).
  - (7) 大和佑輝, 奥川和希, 吳健朗, 粟飯原萌, 古市昌一, 宮田章裕: ゲーミフィケーションを用いたバリア検出のための歩行データ収集システム, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.25, No.1, pp.12–20 (2020).
  - (8) 富永詩音, 吳健朗, 伊藤貴之, 宮田章裕: 紙をちぎって電子情報を手渡すコミュニケーションシステム, 情報処理学会論文誌, Vol.61, No.2, pp.244–253 (2020).
  - (9) 本岡宏将, 吳健朗, 大和佑輝, 宮田章裕: Vection 誘発映像と前進動作による坂道シミュレーション, 情報処理学会論文誌, Vol.61, No.1, pp.61–69 (2020).
  - (10) 吳健朗, 富永詩音, 多賀諒平, 宮田章裕: InfoClip: 日常生活空間中のオブジェクトへのリマインダ登録インタフェース, 情報処理学会論文誌, Vol.60, No.1, pp.147–156 (2019).
-

## 国際会議

- (1) Teamyoung Yun, Ren Imai, Yuji Kimura, Kenro Go, and Akihiro Miyata: Exploring Sound Feedback for Deterring Unrelated Tasks During Online Lectures, Proc. 24th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI'22), HCI International 2022 Posters, Communications in Computer and Information Science, Vol.1580, pp.153–159 (2022).
  - (2) Yuji Kimura, Ren Imai, Kenro Go, Tomohiro Sakai, Kazunori Kojima, and Akihiro Miyata: Evaluation of Videoconferencing Support System Using Dynamically Controlled Blur, Proc. 24th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI'22), HCI International 2022 Posters, Communications in Computer and Information Science, Vol.1580, pp.77–84 (2022).
  - (3) Akihiro Miyata, Kousuke Motooka, and Kenro Go: A Wheelchair Simulator Using Limited-Motion Patterns and Vection-Inducing Movies, Proc. 31st Australian Conference on Human-computer-interaction (OzCHI'19), pp.508–512 (2019).
  - (4) Shion Tominaga, Kenro Go, Takayuki Itoh, and Akihiro Miyata: An Interaction Method for Transferring Electronic Information by Tearing a Sheet of Paper, Proc. 31st Australian Conference on Human-computer-interaction (OzCHI'19), pp.327–331 (2019).
  - (5) Yuki Yamato, Kenro Go, and Akihiro Miyata: Gamification Approach for Gathering Barrier Information, Poster Proc. the 25th International Conference on Collaboration Technologies and Social Computing (CollabTech'19), pp.35–38 (2019).
  - (6) Akihiro Miyata, Hironobu Uno, and Kenro Go: Evaluation on a Wheelchair Simulator Using Limited-Motion Patterns and Vection-Inducing Movies, Proc. 2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR'19), pp.1086–1087 (2019).
  - (7) Akihiro Miyata, Hironobu Uno, Kenro Go, Kyosuke Higuchi, and Ryota Shinozaki: Study on VR-Based Wheelchair Simulator Using Vection-Inducing Movies and Limited-Motion Patterns, Proc. the 24th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST'18), Article No.121 (2018).
  - (8) Kenro Go, Nagomu Horikoshi, Shion Tominaga, Jinta Nakamura, and Akihiro Miyata: Implementation and Evaluation of a Reminder Registration Interface for Daily Life Objects. Posters' Extended Abstracts, 20th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI'18), Communications in Computer and Information Science, Vol.852, pp.455–462 (2018).
-

## 査読付国内会議

- (1) 村山優作, 奥川和希, 呉健朗, 宮田章裕: バリア形状をゲーム要素としたバリア画像収集システムの検証, 情報処理学会インタラクシオン 2022 論文集, pp.105–114 (2022).
- (2) 今井廉, 呉健朗, 富永詩音, 木村悠児, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: 会話の流れの可視化によるビデオ会議ファシリテーションへの影響, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2020 論文集, Vol.2020, pp.1–7 (2020).
- (3) 大西俊輝, 柴田万里那, 山内愛里沙, 呉健朗, 石井亮, 富田準二, 宮田章裕: 褒め方の上手さの推定における頭部・顔部の効果, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2019 論文集, Vol.2019, pp.1–6 (2019).
- (4) 鈴木颯馬, 尹泰明, 立花巧樹, 大和佑輝, 呉健朗, 富永詩音, 宮田章裕: finDrawers: 収納物を検索可能な引き出しの検証, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2019 論文集, Vol.2019, pp.120–124 (2019).
- (5) 富永詩音, 呉健朗, 伊藤貴之, 宮田章裕: 自由に紙をちぎって電子情報を手渡すインタラクシオン方式の提案, 情報処理学会インタラクシオン 2019 論文集, pp.75–81 (2019).
- (6) 小林舞子, 小林優維, 呉健朗, 大和佑輝, 宮田章裕: Tap Messenger: タップのみでコミュニケーションを行うシステムの提案, 情報処理学会インタラクシオン 2019 論文集, pp.67–74 (2019).
- (7) 富永詩音, 呉健朗, 立花巧樹, 宮田章裕: 自由に紙をちぎって電子情報を手渡すインタラクシオン方式の基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2018 論文集, Vol.2018, pp.1–7 (2018).
- (8) 樋口恭佑, 大和佑輝, 呉健朗, 栗田元気, 鈴木颯馬, 宮田章裕: 認知症のある人との会話トレーニングシステムの基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2018 論文集, Vol.2018, pp.1–4 (2018).
- (9) 呉健朗, 堀越和, 富永詩音, 中村仁汰, 宮田章裕: 実世界オブジェクトへのリマインダ登録インタフェースの実装と評価, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2017 論文集, Vol.2017, pp.1–8 (2017).

---

## 研究会・シンポジウム・紀要

- (1) 大西俊輝, 新山はるな, 丸山葉, 大串旭, 呉健朗, 宮田章裕: 柔らかい物体の動きによる共感表現方法に及ぼす共感スキルの影響調査, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'23), pp.708–715 (2023).

- (2) 齊藤孝樹, 板床海斗, 杉本隆星, 大河原巧, 呉健朗, 宮田章裕: HMDと電動車椅子を用いた段差通過シミュレータの検証, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'23), pp.876-881 (2023).
- (3) 土岐田力輝, 古田瑛啓, 村山優作, 齊藤孝樹, 呉健朗, 宮田章裕: 視覚障害者誘導用ブロックの認識のしやすさを推定する手法の提案, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'23), pp.1097-1102 (2023).
- (4) 須賀美月, 松井優季, 新山はるな, 呉健朗, 森岡優一, 古野雅人, 宮田章裕: デジタルサイネージ向けのアイコン動作を真似る選択方式の検証, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'23), pp.1110-1114 (2023).
- (5) 松井優季, 須賀美月, 齊藤孝樹, 木村悠児, 呉健朗, 森岡優一, 古野雅人, 宮田章裕: 発言量に基づいて可逆的に顔をぼかすビデオ会議システムの基礎検討, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'23), pp.1666-1669 (2023).
- (6) 立花巧樹, 呉健朗, 松田裕貴, 諏訪博彦, 安本慶一: ポイ捨てごみ情報収集システムにおける参加モチベーション向上に向けた音フィードバックの比較, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'23), pp.1304-1309 (2023).
- (7) 呉健朗, 越後宏紀, 新井貴紘, 富永詩音: VTuberの変声と地声の違いによる印象評価, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'23), pp.1643-1648 (2023).
- (8) 呉健朗, 齊藤孝樹, 土岐田力輝, 松井優季, 宮田章裕: 文書の編集可否が校正作業に与える影響の調査, 情報処理学会研究報告コラボレーションとネットワークサービス (CN), Vol.2023-CN-120, No.5, pp.1-5 (2023).
- (9) 須賀美月, 武次優, 今井廉, 尹泰明, 呉健朗, 古野雅人, 宮田章裕: 真似て選択するデジタルサイネージの改良, 情報処理学会インタラクシオン 2023 論文集, pp.443-446, (2023).
- (10) 土岐田力輝, 古田瑛啓, 奥川和希, 村山優作, 呉健朗, 宮田章裕: 視覚障害者誘導用ブロックの識別のしやすさを推定する手法の基礎検討, 情報処理学会インタラクシオン 2023 論文集, pp.451-453 (2023).
- (11) 立花巧樹, 呉健朗, 森岡優一, 古野雅人: 投函時の音によるゴミ種推定手法の基礎検討, 情報処理学会インタラクシオン 2023 論文集, pp.1076-1077 (2023).
- (12) 関一樹, 内村方哉, 大西俊輝, 呉健朗, 宮田章裕, 大澤正彦: 寄付行動を促進する非自然言語エージェントの基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2022 論文集, pp.141-146 (2022).

- (13) 今井廉, 呉健朗, 尹泰明, 酒井知尋, 古野雅人, 宮田章裕: ビデオ会議への意図的な単純動作導入の基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2022 論文集, pp.73-78 (2022).
- (14) 丸山葉, 大西俊輝, 大串旭, 呉健朗, 大澤正彦, 宮田章裕: 意見伝達を仲介する対話型エージェントに対する利用意欲の調査, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'22), pp.369-373 (2022).
- (15) 丸山葉, 大西俊輝, 大串旭, 呉健朗, 大澤正彦, 宮田章裕: 意見伝達を仲介するエージェントの基礎検討, HAI シンポジウム 2022 予稿集 pp.G-17 (2022).
- (16) 木村悠児, 今井廉, 呉健朗, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: ぼかしの動的制御によるビデオ会議支援システムの検討, 情報処理学会インタラクション 2022 論文集, pp.272-276 (2022).
- (17) 古田瑛啓, 奥川和希, 呉健朗, 宮田章裕: 陣取りゲーム要素を導入した歩行データ収集システムの検証, 情報処理学会インタラクション 2022 論文集, pp.602-607 (2022).
- (18) 森岡優一, 呉健朗, 古野雅人, 小島一憲: ユーザ識別のための情報を段階的に復元することで意見表明時の負担を軽減するシステムの実装, 情報処理学会インタラクション 2022 論文集, pp.811-813 (2022).
- (19) 峯岸暉歩, 今井廉, 尹泰明, 呉健朗, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: ビデオ会議時のテキストチャットにおける匿名性に関する調査, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2021 論文集, pp.33-34 (2021).
- (20) 呉健朗, 森岡優一, 古野雅人, 小島一憲: ユーザ識別のための情報を段階的に復元することで意見表明時の負担を軽減するシステムの基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2021 論文集, pp.43-44 (2021).
- (21) 越後宏紀, 呉健朗, 新井貴紘: YouTube のカテゴリ別における YouTuber と VTuber の配信スタイルによる印象評価の検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2021 論文集, pp.17-24 (2021).
- (22) 尹泰明, 今井廉, 木村悠児, 呉健朗, 宮田章裕: オンライン講義中の内職を抑止する音フィードバックの比較, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'21), pp.127-133 (2021).
- (23) 村山優作, 奥川和希, 前田真志, 古田瑛啓, 呉健朗, 宮田章裕: ゲーミフィケーションを利用したバリア画像収集システムの実装, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'21), pp.404-411 (2021).

- (24) 前田真志, 奥川和希, 村山優作, 吳健朗, 村山優子, 宮田章裕: バリア画像収集におけるユーザ行動の調査, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'21), pp.412-416 (2021).
- (25) 古田瑛啓, 大河原巧, 村山優作, 吳健朗, 宮田章裕: 実世界オブジェクトを用いた生活空間内における事故予測支援システムの実装, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'21), pp.716-721 (2021).
- (26) 今井廉, 吳健朗, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: 共有空間におけるコミュニケーションに対するユーザ心理の調査, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'21), pp.1034-1039 (2021).
- (27) 木村悠児, 今井廉, 吳健朗, 峯岸暉歩, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: ぼかしの動的制御によるビデオ会議支援システムの実装, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'21), pp.1040-1044 (2021).
- (28) 木村悠児, 今井廉, 富永詩音, 吳健朗, 峯岸暉歩, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: ぼかしの動的制御によるビデオ会議支援の基礎検討, 情報処理学会インタラクシオン 2021 論文集, pp.604-606 (2021).
- (29) 古田瑛啓, 大河原巧, 村山優作, 富永詩音, 吳健朗, 宮田章裕: 実世界オブジェクトを用いた生活空間内における事故予測支援システムの試作, 情報処理学会インタラクシオン 2021 論文集, pp.621-623 (2021).
- (30) 峯岸暉歩, 富永詩音, 今井廉, 尹泰明, 吳健朗, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: ビデオ会議時の匿名テキストチャットに関する基礎検討, 情報処理学会インタラクシオン 2021 論文集, pp.685-687 (2021).
- (31) 尹泰明, 富永詩音, 今井廉, 吳健朗, 宮田章裕: オンライン講義において学生の内職行為を抑止するフィードバック手法の基礎検討, 情報処理学会インタラクシオン 2021 論文集, pp.694-697 (2021).
- (32) 今井廉, 吳健朗, 富永詩音, 木村悠児, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: ビデオ会議における会話の流れを可視化するシステムの検討, 情報処理学会インタラクシオン 2021 論文集, pp.802-805 (2021).
- (33) 吳健朗, 森岡優一: 段階的に衝動買いを促す視覚障がい者向けシステムの実装, 情報処理学会インタラクシオン 2021 論文集, pp.234-236 (2021).
- (34) 今井廉, 吳健朗, 富永詩音, 木村悠児, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: 会話の流れの可視化によるビデオ会議ファシリテーションへの影響, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2020 論文集, pp.1-7 (2020).

- (35) 栗田元気, 今井廉, 吳健朗, 富永詩音, 尹泰明, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: 匿名性を段階的に変化させるコミュニケーションシステムの受容性調査, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2020 論文集, pp.8-9 (2020).
- (36) 森岡優一, 吳健朗: 段階的に衝動買いを促す視覚障がい者向けシステムの基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2020 論文集, pp.59-60 (2020).
- (37) 今井廉, 吳健朗, 富永詩音, 尹泰明, 栗田元気, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: 匿名性を段階的に変化させるコミュニケーションシステムの実装, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'20), pp.107-112 (2020).
- (38) 秋山和隆, 立花巧樹, 今井廉, 吳健朗, 宮田章裕: Deep Learning を用いたベビーカー動作予告システムの基礎検討, 情報処理学会インタラクション 2020 論文集, pp.195-198 (2020).
- (39) 大河原巧, 本岡宏將, 吳健朗, 大和佑輝, 奥川和希, 宮田章裕: バリアシミュレータのための傾きフィードバックの基礎検討, 情報処理学会インタラクション 2020 論文集, pp.192-194 (2020).
- (40) 奥川和希, 大和佑輝, 吳健朗, 大河原巧, 村山優子, 宮田章裕: ヒートマップを利用したバリア情報表現手法の基礎検討, 情報処理学会インタラクション 2020 論文集, pp.276-278 (2020).
- (41) 尹泰明, 立花巧樹, 吳健朗, 富永詩音, 鈴木颯馬, 秋山和隆, 宮田章裕: 共有スペースにおいて空間専有感を生むライティング方式の基礎検討, 情報処理学会インタラクション 2020 論文集, pp.504-506 (2020).
- (42) 今井廉, 吳健朗, 内田大樹, 富永詩音, 尹泰明, 栗田元気, 酒井知尋, 小島一憲, 宮田章裕: 匿名性を段階的に変化させるコミュニケーション支援システムの基礎検討, 情報処理学会インタラクション 2020 論文集, pp.722-724 (2020).
- (43) 山内愛里沙, 大西俊輝, 吳健朗, 武藤佑太, 石井亮, 青野裕司, 宮田章裕: 表情・音声を用いた褒め方の上手さを評価するシステムの基礎検討, 情報処理学会インタラクション 2020 論文集, pp.247-252 (2020).
- (44) 吳健朗, 富永詩音, 多賀諒平, 宮田章裕: InfoClip: 日常生活空間中のオブジェクトへのリマインダ登録インタフェース, 日本大学文理学部情報科学研究所年次研究報告書, pp.35-44 (2020).
- (45) 立花巧樹, 大西俊輝, 鈴木颯馬, 富永詩音, 吳健朗, 宮田章裕: 生活空間における危険予測支援システムの基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2019, pp.99-102 (2019).

- (46) 本岡宏將, 大河原巧, 吳健朗, 大和佑輝, 宮田章裕: HMD と電動車椅子を用いたバリアシミュレータの移動距離削減の基礎検討, 日本バーチャルリアリティ学会第 24 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, pp.6B-04 (2019).
- (47) 鈴木颯馬, 立花巧樹, 大和佑輝, 吳健朗, 富永詩音, 宮田章裕: finDrawers: 収納物を検索可能な引き出しの実装, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'19), pp.1739-1745 (2019).
- (48) 立花巧樹, 富永詩音, 大西俊輝, 吳健朗, 宮田章裕: ベビーカー利用時における周囲への動作予告システムの実装, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'19), pp.1273-1279 (2019).
- (49) 大西俊輝, 柴田万里那, 吳健朗, 石井亮, 富田準二, 宮田章裕: 対話における上手い褒め方のモデリングの基礎検討, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'19), pp.656-662 (2019).
- (50) 内田大樹, 立花巧樹, 富永詩音, 吳健朗, 宮田章裕: 影を用いた誘目性と受容性を両立する情報提示方法の実装, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'19), pp.180-185 (2019).
- (51) 小林優維, 吳健朗, 大和佑輝, 宮田章裕: 身体へのタップジェスチャでコミュニケーションを行うシステムの基礎検討, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'19), pp.105-110 (2019).
- (52) 大和佑輝, 奥川和希, 吳健朗, 宮田章裕: ゲーミフィケーションを用いたバリア情報収集システムの機能追加, 日本バーチャルリアリティ学会 VR 学研報, pp.45-50 (2019).
- (53) 柴田万里那, 大西俊輝, 吳健朗, 宮田章裕: 柔らかい物体の動きによる共感表現方法の基礎検証, 情報処理学会研究報告 (UBI), ユビキタスコンピューティングシステム, pp.1-6 (2019).
- (54) 吳健朗, 宇野広伸, 本岡宏將, 樋口恭佑, 宮田章裕: Vection 誘発映像による凹凸バリアシミュレータの実装と評価, 情報処理学会第 81 回全国大会講演論文集, pp.43-44 (2019).
- (55) 小林舞子, 小林優維, 吳健朗, 大和佑輝, 宮田章裕: Tap Messenger: タップのみでコミュニケーションを行うシステムの提案, 情報処理学会インタラクション 2019 論文集, pp.67-74 (2019).
- (56) 富永詩音, 吳健朗, 伊藤貴之, 宮田章裕: 自由に紙をちぎって電子情報を手渡すインタラクション方式の提案, 情報処理学会インタラクション 2019 論文集, pp.75-81 (2019).



- (57) 大和佑輝, 吳健朗, 宇野広伸, 樋口恭佑, 宮田章裕: ゲーミフィケーションを用いたバリア情報収集システムの検証実験, 日本バーチャルリアリティ学会 VR 学研報, pp.19–24 (2019).
- (58) 鈴木颯馬, 立花巧樹, 大和佑輝, 吳健朗, 富永詩音, 宮田章裕: finDrawers: 収納物を検索可能な引き出しの基礎検討, 情報処理学会インタラクシオン 2019 論文集, pp.864–866 (2019).
- (59) 立花巧樹, 富永詩音, 大西俊輝, 吳健朗, 宮田章裕: ベビーカー利用時における周囲への動作予告手法の基礎検討, 情報処理学会インタラクシオン 2019 論文集, pp.179–181 (2019).
- (60) 内田大樹, 立花巧樹, 富永詩音, 吳健朗, 宮田章裕: 影を用いた誘目性と受容性を両立する情報提示方法の基礎検討, 情報処理学会インタラクシオン 2019 論文集, pp.504–507 (2019).
- (61) 柴田万里那, 大西俊輝, 吳健朗, 長岡大二, 中原涼太, 宮田章裕: 柔らかい物体の動きによる共感表現方法の基礎検討, 情報処理学会インタラクシオン 2019 論文集, pp.572–575 (2019).
- (62) 本岡宏将, 吳健朗, 宇野広伸, 樋口恭佑, 宮田章裕: 電動車椅子と HMD を用いたバリアシミュレーションの検討, 情報処理学会インタラクシオン 2019 論文集, pp.476–478 (2019).
- (63) 吳健朗, 宇野広伸, 本岡宏将, 樋口恭佑, 宮田章裕: Vection 誘発映像による凹凸バリアシミュレータの基礎検討, 日本バーチャルリアリティ学会 VR 学研報, pp.3–6 (2018 年).
- (64) 富永詩音, 吳健朗, 立花巧樹, 宮田章裕: 自由に紙をちぎって電子情報を手渡すインタラクシオン方式の基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2018 論文集, pp.1–7 (2018).
- (65) 樋口恭佑, 大和佑輝, 吳健朗, 栗田元気, 鈴木颯馬, 宮田章裕: 認知症のある人との会話トレーニングシステムの基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2018 論文集, pp.1–4 (2018).
- (66) 宮田章裕, 宇野広伸, 吳健朗, 樋口恭佑, 篠崎涼太: Vection 誘発映像と低自由度動作による VR バリアシミュレーションの映像提示方式の比較, 日本バーチャルリアリティ学会 VR 学研報, pp.25–30 (2018).
- (67) 大和佑輝, 吳健朗, 宇野広伸, 樋口恭佑, 宮田章裕: ゲーミフィケーションを用いたバリア情報収集システムの実装, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'18), pp.721–724 (2018).

- (68) 富永詩音, 呉健朗, 篠崎涼太, 多賀諒平, 宮田章裕: ジェスチャを真似て電子情報を楽しく受け取る手法の実装と評価, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'18), pp.1341-1348 (2018).
- (69) 多賀諒平, 呉健朗, 富永詩音, 宮田章裕: スリッパを用いた匿名フィードバックシステムの基礎検討, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'18), pp.427-431 (2018).
- (70) 小林舞子, 呉健朗, 大和佑輝, 宮田章裕: タップのみでコミュニケーションを行うシステムの実装, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'18), pp.1777-1783 (2018).
- (71) 篠崎涼太, 呉健朗, 樋口恭佑, 宇野広伸, 宮田章裕: 健常者歩行時加速度データからのバリア検出における最適サンプル長の基礎検討, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'18), pp.432-436 (2018).
- (72) 呉健朗, 富永詩音, 宮田章裕: 紙をちぎることで電子情報を手渡すインタラクション方式の実用性検証, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'18), pp.1770-1776 (2018).
- (73) 宇野広伸, 呉健朗, 樋口恭佑, 篠崎涼太, 宮田章裕: 電動車椅子を用いたバリアシミュレーションシステムの基礎検討, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'18), pp.421-426 (2018).
- (74) 大和佑輝, 呉健朗, 宇野広伸, 樋口恭佑, 荒木伊織, 宮田章裕: ゲーミフィケーションを用いたバリア情報収集の提案, 情報処理学会第80回全国大会講演論文集, pp.63-64 (2018).
- (75) 玉城和也, 呉健朗, 中村仁汰, 富永詩音, 宮田章裕: 紙をちぎることで電子情報を手渡すインタラクション方式の実装, 情報処理学会インタラクション2018論文集, pp.615-619 (2018).
- (76) 小林舞子, 呉健朗, 荒木伊織, 大和佑輝, 宮田章裕: Tap Messenger: タップのみでコミュニケーションを行うシステムの基礎検討, 情報処理学会インタラクション2018論文集, pp.963-968 (2018).
- (77) 富永詩音, 呉健朗, 篠崎涼太, 多賀諒平, 宮田章裕: Transmimic: ジェスチャを真似て情報を受け取る手法の基礎検討, 情報処理学会インタラクション2018論文集, pp.978-981 (2018).
- (78) 大和佑輝, 呉健朗, 宇野広伸, 樋口恭佑, 荒木伊織, 宮田章裕: ゲーミフィケーションを用いたバリア情報収集の基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ2017論文集, pp.1-2 (2017).

- (79) 吳健朗, 堀越和, 富永詩音, 中村仁汰, 宮田章裕: 実世界オブジェクトへのリマインダ登録インタフェースの実装と評価, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2017 論文集, pp.1-8 (2017).
  - (80) 吳健朗, 玉城和也, 中村仁汰, 宮田章裕: 紙をちぎることで電子情報を手渡すインタラクティブ方式の基礎検討, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'17), pp.1493-1499 (2017).
  - (81) 吳健朗, 中村仁汰, 堀越和, 宮田章裕: InfoClip: 実世界オブジェクトへのリマインダ登録インタフェースの基礎検討, 情報処理学会インタラクティブ 2017 論文集, pp.783-788 (2017).
- 

## 受賞

- (1) 須賀美月, 松井優季, 新山はるな, 吳健朗, 森岡優一, 古野雅人, 宮田章裕: デジタルサイネージ向けのアイコン動作を真似る選択方式の検証, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2023) シンポジウム, 野口賞 (2023).
- (2) 上田健太郎, 松田裕貴, 伊勢田水琴, 立花巧樹, 吳健朗, 古野雅人, 諏訪博彦: BLE 受信状況を用いた混雑度推定手法のオフィスのオープンスペースへの適用, 研究会優秀賞 (2023).
- (3) 吳健朗, 森岡優一, 古野雅人, 小島一憲: ユーザ識別のための情報を段階的に復元することで意見表明時の負担を軽減するシステムの基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2022, ベストポジションペーパー発表賞 (2021).
- (4) 吳健朗: 紙をちぎることで電子情報を手渡すインタラクティブ方式の基礎検討, 情報処理学会 2018 年度山下記念研究賞 (2019).
- (5) 吳健朗: Vection 誘発映像による凹凸バリアシミュレータの実装と評価, 情報処理学会第 81 回全国大会学生奨励賞 (2019).
- (6) 吳健朗, 宇野広伸, 富永詩音, 長岡大二, 小林舞子, 大和佑輝, 篠崎涼太, 多賀諒平: ちぎることで電子情報を手渡すインタラクティブ方式の実用性検証, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'18) シンポジウム ナイトテクニカルセッション賞 (2018).
- (7) 吳健朗: 紙をちぎることで電子情報を手渡すインタラクティブ方式の実用性検証, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO'18) シンポジウム 優秀プレゼンテーション賞 (2018).

- 
- (8) 呉健朗: 情報処理学会グループウェアとネットワークサービス研究会, GN 研究賞 (2018).
  - (9) 玉城和也, 呉健朗, 中村仁汰, 富永詩音, 宮田章裕: 紙をちぎることで電子情報を手渡すインタラクション方式の実装, 情報処理学会インタラクション 2018 インタラクティブ発表賞 (一般投票) (2018).
  - (10) 玉城和也, 呉健朗, 中村仁汰, 富永詩音, 宮田章裕: 紙をちぎることで電子情報を手渡すインタラクション方式の実装, 情報処理学会インタラクション 2018 インタラクティブ発表賞 (PC 推薦) (2018).
  - (11) 呉健朗: 紙をちぎることで電子情報を手渡すインタラクション方式の基礎検討, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2017) シンポジウム, 優秀プレゼンテーション賞 (2017).
- 

## その他

### 特許

- (1) 呉健朗, 森岡 優一, 古野 雅人: 情報処理装置、情報処理方法及び情報処理プログラム 特許 7263471 号 (2021).
- 

### メディア

- (1) 破った紙の画像, 割符に, 日本経済新聞社 日本経済新聞 朝刊 11 面,  
<https://www.nikkei.com/article/DGKKZO28825990Q8A330C1TJM000/> (2018).