

推薦論文

# 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

呉 健朗<sup>1</sup> 富永 詩音<sup>1</sup> 武藤 佑太<sup>2</sup> 宮田 章裕<sup>2,a)</sup>

受付日 2019年10月9日, 採録日 2020年5月12日

**概要:** 対話型エージェントの研究は多角的な視点で進められており, 我々はエージェントがユーモアを提示することで親しみやすさを向上させるアプローチに取り組んできた. しかしこの先行研究を含む従来技術では, エージェントからのユーモア発話の後に, 会話継続のためにユーザが会話を軌道修正する必要があり, ユーザに負担がかかるという問題がある. この問題を解決するために, 複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア会話システムを提案する. これは, ユーザとエージェントの会話時に2体のエージェントを使用し, ユーザの発話に対してユーモア発話を行うエージェントと, そのユーモア発話を咀嚼して指摘するエージェントに役割分担させるものである. プロトタイプシステムによる検証実験を行った結果, 役割分担された複数のエージェントを用いることで, ユーザとエージェント間の対話におけるユーザの負担が軽減されることを確認できた. 加えて, 指摘を行うエージェントがユーモア発話の内容を咀嚼して指摘することで, ユーザがよりユーモアをエージェントに感じやすくなることも確認できた.

**キーワード:** 対話型エージェント, 役割分担, ツッコミ, ユーモア, word2vec

## A Joking System Using Role-Separated Conversational Agents

KENRO GO<sup>1</sup> SHION TOMINAGA<sup>1</sup> YUTA MUTO<sup>2</sup> AKIHIRO MIYATA<sup>2,a)</sup>

Received: October 9, 2019, Accepted: May 12, 2020

**Abstract:** Conversational agents are beginning to become popular in various scenes of daily life. Researcher is being conducted on conversational agents that are easy for users to feel familiar with, and we propose an agent replying with a joke. But, existing works including our preceding study puts a burden on the user because they require users to correct conversation. To address this issue, we proposes a joking system using role-separated conversational agents. We developed a proof of concept and conducted evaluation tasks, confirming that our approach can reduce the conversation burden. Also, we clarified that tsukkomi (the act of butting in jokes) using a verb associated with words in the joke sentence makes agent behavior more humorous.

**Keywords:** conversational agent, role-separated, straight, humor, word2vec

### 1. はじめに

対話型エージェントの日常生活における存在感が増している [1]. 家庭内における事例としては, Apple の Siri [2],

Google Assistant [3] が有名である. 団欒・介護などの人とのコミュニケーションが重要な場面での活躍も期待されており, ユーザが親しみを感じやすい対話型エージェントの研究は多角的な視点で進められている. 我々も“笑い”をエージェントによって引き起こすことで親しみやすさを向上させるアプローチに取り組んできた [4], [5]. しかし既存

<sup>1</sup> 日本大学大学院総合基礎科学研究科  
Graduate School of Integrated Basic Sciences, Nihon University, Setagaya, Tokyo 156–8550, Japan

<sup>2</sup> 日本大学文理学部  
College of Humanities and Sciences, Nihon University, Setagaya, Tokyo 156–8550, Japan

a) miyata.akihiro@acm.org

本論文の内容は 2018 年 11 月の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 にて報告され, グループウェアとネットワークサービス研究会主査により情報処理学会論文誌ジャーナルへの掲載が推薦された論文である.

手法では、エージェントがユーモア発話を行ったとき、会話継続のためにユーザが会話を軌道修正する言葉を自身で考えたうえでエージェントのユーモア発話に指摘し、会話を軌道修正する必要がある。このため、ユーザがエージェントとの会話時に負担を感じるという問題がある。

以上の問題を解決するために、複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア会話システムを提案する [6]。これは、ユーザとエージェントの会話時に2体のエージェントを使用し、ユーザの発話に対してユーモア発話を行うエージェントと、そのユーモア発話内容を咀嚼して指摘するエージェントに役割分担させるものである。

この提案により、ユーモア発話をエージェントが行った場合でも、他のエージェントがユーザの代わりにユーモア発話に指摘することで、ユーザのエージェントとの会話時の負担が軽減されると考えられる。さらに、他のエージェントが指摘を行う際にユーモア発話の内容をあたかも理解しているかのようにユーザが感じ、指摘を行うエージェントに対して親しみ・ユーモアを感じると思われる。

本論文の貢献は下記のとおりである。

- ユーザがエージェントと会話する際にエージェントを、ユーザの発話に対してユーモア発話を行うエージェントと、ユーモア発話に指摘するエージェントの2体に役割分担させることを提案したこと。
- ユーザの発話に対してユーモア発話を行うエージェントと、そのユーモア発話内容を指摘するエージェントに役割分担することによる効果を検証したこと。
- ユーモア発話に対してエージェントが指摘を行う際、ユーモア発話を咀嚼して指摘した場合の効果を検証したこと。

## 2. 関連研究

本研究は対話型エージェントに関するものであり、既存の対話型エージェントはユーモア表現を行うかどうかで大別できる。本章ではそれらの事例について紹介する。

### 2.1 ユーモア表現を行わないエージェントに関する事例

武田らは1日の決まった時間にエージェントからユーザに対して会話を行うことで、ユーザのコミュニケーション不足を解決しようとする試みを行っている [7]。野中らはエージェントに対するユーザの反応を分析することで、健康状態・認知状態の把握を試みている [8]。小倉らはユーザが1人の場合でも効果的な対話型鑑賞を行うための鑑賞支援システムを提案している [9]。藤堂らは車速、運転時間に基づき、ドライバの退屈や眠気を低減させる対話型CGエージェントを提案している [10]。近藤らはスケジュール帳を情報源として、ユーザに余暇の過ごし方を提案するエージェントを提案している [11]。

### 2.2 ユーモア表現を行うエージェントに関する事例

エージェントがユーザにユーモア表現を行う事例は数多く提案されており、これらはユーモアを一方的に披露する事例とユーザとのコミュニケーション中にユーモア発話を行う事例に細分化できる。

単体のエージェントを利用して、ユーモアを一方的に披露する研究が行われている [12], [13]。中谷らは入力された文章内の語を他の語に置換して駄洒落を生成している [12]。置換語の選定は、被置換語と置換語の概念ベクトルをSVMで学習することで実現している。ビンステッドらは複合語と複合語を構成する各語の類音語を見出しとする辞書を用意し、複合語の前半部、もしくは後半部を類音語に置換して駄洒落を生成している [13]。複数のエージェントを利用して、ユーモアを一方的に披露する研究も行われている [14], [15], [16], [17]。吉田らや竹越ら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 [14], [15]。入力文中の特定の単語を音の近い別の単語や、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。その後、ボケに対する否定や、ボケの内容を例えるツッコミを生成している。青木らはWebニュース記事の感情を表す単語とおかしの構造図を考慮し、形式的なボケによる漫才台本自動生成手法を提案している [16]。伊勢崎らはお笑い構成作家と筆者らによって得られたデータベースをもと作成した大喜利をエージェントに行わせている [17]。ユーモア発話をユーザとのコミュニケーション中に行っている事例として、Siri [2], Google Assistant [3]、著者らの先行研究 [4], [5], Papper [18] があげられる。Siri [2], Google Assistant [3], Papper [18] は仕様が開示されていないが、ユーザの特定の発言に対応するユーモアを提示すると思われる。たとえば、ユーザが“結婚して”というとき、エージェントは“友達のままいきましょう”と返答する。これらはユーザからの特定の入力に対して、事前に設定されたユーモアを含む応答文を返していると思われる。我々もエージェントが不適合解決モデル [19], [20], [21] に基づいてボケることでユーモアの生成を行う手法を提案してきた [4], [5]。具体的には、エージェントがユーザの発言中の特定位置の単語を、わざと間違えて聞き返すことでユーモアを生成している。

## 3. 研究課題

今日、対話型エージェントは団欒・介護などの人間とのコミュニケーションを重視する場面での活躍が期待されており、様々な分野での活用方法が研究されている。笑いによってユーザと良好なコミュニケーションを築こうとするエージェントが研究されているが、一般的なコミュニケーションシーンに既存研究を適用するにはいくつか問題がある。文献 [12], [13], [14], [15], [16], [17] は、漫才、大喜利をユーザに見せる披露形式でユーモア生成を行っているため、



図 1 先行研究のモデル図

Fig. 1 Model diagram of previous research.

ユーザとエージェントの間で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ある。文献 [2], [3], [18] は、事前に単語（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、エージェントはユーザが特定の単語（群）を発言したら、対応する返答をユーザに提示する方式であるため、事前に人手で辞書を用意しなければならない問題がある。

我々の先行研究 [4], [5] であれば、既存の単語コーパス (Wikipedia コーパスなど) でユーザとのコミュニケーション中にエージェントがユーモアを提示できるため、上述した 2 点の問題を解決できると思われる。しかし、先行研究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たシステムであり (図 1), エージェントがユーモア発話を行ったとき、会話を継続するにはユーザが会話を軌道修正する言葉を自身で考えたうえでエージェントのユーモア発話に対して指摘し、会話を軌道修正する必要があり、ユーザにとって負担がかかるものとなっていた。具体例を下記に示す。

ユーザ：味噌汁がすごい美味しかった。

エージェント：え、ミサイル？

ユーザ：ミサイルじゃなくて味噌汁だよ。で、次は違う味噌汁を試してみようと思ってるんだ。

このように、エージェントが聞き間違いを行うことでユーザはユーモアを感じる効果があるものの、その後の会話を継続するためにはユーザはエージェントの聞き間違いを指摘して会話を軌道修正する必要がある。

この問題の解決には、指摘を行うエージェントを新たに用意し、“なんでだよ！”といった定型文や、“ミサイルじゃないよ！”とユーモア発話を単純に否定させる方法が考えられる。しかし、このように指摘を行うエージェントがユーモア発話の内容を考慮しない単純かつ機械的な指摘を行うと、ユーザは指摘を行う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・ユーモアを感じにくくなるおそれがある。具体例を下記に示す。

ユーザ：味噌汁がすごい美味しかった。

エージェント A：え、ミサイル？

エージェント B：ミサイルじゃなくて味噌汁だって！それは良かったね！それで？

ユーザ：次は違う味噌を試してみようと思ってるんだ！

以上の問題をふまえ、ユーザの発話に対してエージェントがユーモア発話を行うシーンにおいて、下記の 2 つを研究課題とする。

課題 1：ユーザがエージェントのユーモア発話に対する指摘や会話の軌道修正を行う際の負担を軽減する。

課題 2：ユーザが指摘を行うエージェントに対して親しみ・ユーモアを感じられるようにする。

#### 4. 提案方式

3 章の研究課題を達成するにあたり、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、ユーモア発話を行う担当 (ボケ役) と、そのユーモア発話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、聞き手にユーモア提示を行うというスタイルである。この役割分担により、ボケ役がユーモア発話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、テレビ番組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、ボケを指摘しつつ、会話の流れを軌道修正することがある。

この着目に基づき、複数対話型エージェントの役割分担によるユーモア会話システムを提案する。これはユーザとエージェントの会話時に 2 体のエージェントを使用し、ユーザの発話に対してユーモア発話を行うエージェント (以降、ボケエージェント) と、そのユーモア発話を指摘するエージェント (以降、ツッコミエージェント) に役割分担させるものである。本システムではユーザの負担軽減や、ユーザがエージェントに親しみ・ユーモアを感じやすくするために、次の 2 点の工夫を行っている。

1 点目の工夫は、対話テンプレートの導入である。複数対話型エージェント環境において、各エージェントとのインタラクションが複雑化するとユーザは混乱を感じやすくなることが分かっている [22]。そこで本システムでは、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、完全に自由な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 2)。以上より、提案方式によるユーザとエージェントの対話形式は下記ようになる。

1. ユーザがエージェントたちに語りかける。
2. ボケエージェントがユーモア発話を行う。
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。
4. ツッコミエージェントがユーザとの会話を継続する。

2 点目の工夫は、あたかもボケの内容を理解しているかのような、ツッコミ表現の導入である。3 章で述べたように、ツッコミエージェントがユーモア発話の内容を考慮しない単純かつ機械的な指摘を行うと、ユーザはツッコミ

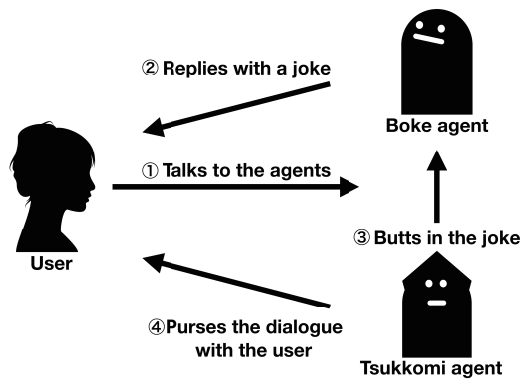


図 2 提案方式のモデル図  
Fig. 2 Model diagram of proposed method.

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・ユーモアを感じにくくなるおそれがある。そこでツッコミエージェントが機械的ではなく、あたかもボケを理解して指摘しているようにユーザに感じさせることでこの問題を解決する。この方式として、ツッコミエージェントが指摘を行う際に、あたかもユーモア発話中の単語の意味を理解しているかのようなツッコミ表現を行う。具体的には、ユーモア発話中の単語を同義語にいい換えたり、その単語から想起できる動作表現を用いたりしてツッコミを行う。より詳細には5.4節で説明する。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話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。

この提案により、ユーザの発話に対してボケエージェントがユーモア発話を行ったとき、ツッコミエージェントがユーザの代わりにユーモア発話に対する指摘や会話推進などを行うようになり、3章の課題を達成できると思われる。

## 5. プロトタイプシステムの実装

### 5.1 システムの全体像

提案システムはボケ生成部とツッコミ生成部からなる。ボケ生成部はユーザの入力文中の特定の単語を、その単語から意味が遠く、音が近く、ユーザが理解できる別の単語（以降、ボケ単語）に置換して聞き返す。ツッコミ生成部はボケ単語をもとに、ツッコミを生成し、ボケエージェントに指摘を行った後、会話推進を行う。

### 5.2 事前準備

Wikipedia 日本語記事全文を MeCab [23] を用いて形態素解析し、語彙の意味を担わない助詞などの不要品詞などを除去して分かち書きしたものをコーパスとする。コーパス内の単語すべてをボケ単語候補、ツッコミ単語候補とする。続いて、コーパスをもとに言語モデルの作成を行う。本研究における言語モデルとは、単語間の概念距離を計算

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 [24] を用いて作成する。

### 5.3 ボケ生成部

ボケ生成部は我々の先行研究 [4], [5] を参考に構築する。先行研究 [4] と異なり、本提案ではボケ単語に置換する入力文中の単語（以降、置換元単語）の候補を名詞に限定している。一部、先行研究 [4], [5] と重複する処理があるが、提案概念の説明に必要な部分はあらためて記載する。

#### 5.3.1 置換元単語の決定

ユーザからの入力文中で、文のトピックを最も表す単語を置換元単語とする。各単語の文のトピックへの近さを表す指標として、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近いという考えに基づき、式 (1) の  $s_t$  を導入する。 $s_t$  を算出するために、まず MeCab を用いて入力文中の全名詞からなる置換元候補群を作成する。次に、式 (1) に従い、各単語とそれ以外の単語との概念距離の逆数の平均値を求める。このとき、 $i$  は  $s_t$  を算出するターゲット単語の位置、 $d_{s(k)}$  はターゲット単語と  $k$  番目の単語の概念距離、 $n$  は文中の名詞数である。最後に、 $s_t$  が最も高い単語を置換元単語とする。

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

#### 5.3.2 ボケ単語の決定

5.3.1 項で決定した置換元単語をもとに、ボケ単語候補から置換元単語と意味が遠く、音が近く、認知度が高い単語を選定する。まず、ボケ単語候補内の全単語について、どの程度置換元単語と意味が離れており、音が近く、認知度が高いかをスコアとして算出する。その後、すべてのスコアを合算し、最も高い値となるボケ単語候補をボケ単語とする。置換元単語とボケ単語候補の意味の遠さを表すスコアは、5.2 節で作成した言語モデルを用いて計測した単語間の概念距離をもとに算出する。置換元単語とボケ単語候補の音の近さを表すスコアは、単語間の編集距離をもとに算出する。ボケ単語候補の認知度を表すスコアは、Wikipedia コーパス内での単語の出現回数をもとに算出する。

#### 5.3.3 ボケの出力

5.3.1 項で決定した置換元単語を、5.3.2 項で決定したボケ単語に置換した文を出力する。下記に例を示す。

- 入力：味噌を変えたら味噌汁が美味くなった  
出力：え、味噌を変えたらミサイルが美味くなった？
- 入力：夕日を背景にした良い写真が撮れた  
出力：え？夕日を背景にした良い家臣が撮れた？

### 5.4 ツッコミ生成部

本節では、先行研究 [6] を参考に構築した同義語ツッコミと、動作ツッコミの生成方法について論じる。

### 5.4.1 同義語ツッコミ単語の取得

同義語ツッコミでは、ボケ単語を意味が類似する別の単語へとい換えて指摘を行う。同義語の取得には、EDR 電子化辞書 [25] を用いる。辞書内の各単語には概念識別子が付与されており、同義語には同じ識別子が付いている。これを用いて入力単語の同義語群を取得できる。取得した同義語群内で、ボケ単語と読み方が異なり\*1、品詞が同じ単語のうち、EDR コーパス\*2内において使用頻度が最も高い単語を同義語ツッコミ単語とする。

### 5.4.2 動作ツッコミ単語の取得

動作ツッコミでは、ボケ単語に関連する動詞を用いて指摘を行う。この動詞は、ツッコミ単語候補内の単語のうち、ボケ単語と概念距離が最も近い動詞を用いる。単語間の概念距離の計算には、5.2 節で作成した言語モデルを用いる。

### 5.4.3 ツッコミの出力

5.4.1 項と 5.4.2 項で取得した同義語ツッコミと動作ツッコミを組み合わせ、「【同義語ツッコミ単語】か！、なんで【動作ツッコミ単語】なきやいけないんだよ！」と出力する。このとき、テンプレート文に合わせるため、動作ツッコミ単語は未然形に変換する。5.3.2 項で決定したボケ単語をもとに、同義語ツッコミ単語か動作ツッコミ単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、再度同義語ツッコミ単語と動作ツッコミ単語の取得を行う。具体的には、ボケ単語候補群内の単語のうち、次にボケ単語候補の意味の遠さを表すスコア、音の近さを表すスコア、認知度を表すスコアの合算値が高くなる単語をボケ単語とし、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。以下に出力例を示す。

- ボケ単語：ミサイル  
ツッコミ：誘導弾か！なんで撃ち落とさなきやいけないんだよ！
- ボケ単語：家臣  
ツッコミ：家来か！なんで召抱えなきやいけないんだよ！

## 6. 検証実験

本研究は、ボケエージェント（以降、BA）のユーモア発話に対し、ユーザの代わりにツッコミエージェント（以降、TA）が指摘・会話推進することで、ユーザのエージェントとの会話時の負担を軽減することを狙っている。この観点から、提案方式の有効性を検証するために、次の3つの仮説を設ける。

**H1**：BA によるユーモア発話に対し、BA が自身でユーモア発話に対して指摘・会話推進することで、ユーザが

感じる会話時の負担が軽減される。

**H2**：BA によるユーモア発話に対し、TA がユーモア発話に対して指摘・会話推進することで、ユーザが感じる会話時の負担が軽減される。

**H3**：TA が、ユーモア発話を咀嚼した指摘を行うことで、ユーザが TA に対して親しみ・ユーモアを感じやすくなる。

## 6.1 実験条件

本実験の被験者は 20 代の学生 12 名である。実験では、下記の 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。

**P1**：ユーザの発話に対し、BA が返答を行う。ユーモア発話後の会話の軌道修正はユーザが行う。エージェントがユーモア発話に対して指摘・会話推進を行わない方式である。

**P2**：ユーザの発話に対し、BA が返答を行う。ユーモア発話への指摘・会話推進は BA が行う。1 体のエージェントがユーモア発話・ユーモア発話に対する指摘・会話推進を行う方式である。

**P3**：ユーザの発話に対し、BA が返答を行う。ユーモア発話への指摘・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ユーモア発話・ユーモア発話への指摘・会話推進を行う方式である。なお、TA の指摘（ツッコミ）の内容は、ユーモア発話を咀嚼しない単純な指摘である。

**P4**：ユーザの発話に対し、BA が返答を行う。ユーモア発話への指摘・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ユーモア発話・ユーモア発話への指摘・会話推進を行う方式である。なお、TA の指摘（ツッコミ）の内容は、ユーモア発話を咀嚼した指摘である。

## 6.2 実験の手順

被験者にまず、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、6.1 節に示した各方式で動作するシステムに被験者が考えた文をキーボードで入力してもらう。その後、P1 使用時には BA のボケを、P2~P4 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、被験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？”，被験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

\*1 同じ読み方であると機械的にユーモア発話をオウム返ししているだけの印象を与える可能性がある。

\*2 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。

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工夫によりこれを解決する。具体的には、実験者が被験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、“味噌汁が美味しくて嬉しい”と入力したときの各方式の出力と被験者の入力例を下記に示す。

**P1:** BA > え? ミサイルが美味しくて嬉しい?

被験者 > ミサイルじゃなくて味噌汁だよ。で、次は違う味噌を試してみようと思ってるんだ

**P2:** BA > え? ミサイルが美味しくて嬉しい?

BA > あ、ミサイルじゃなくて味噌汁か

BA > それは良かったね! それで?

被験者 > 次は違う味噌を試してみようと思ってるんだ

**P3:** BA > え? ミサイルが美味しくて嬉しい?

TA > ミサイルじゃなくて味噌汁だって!

TA > それは良かったね! それで?

被験者 > 次は違う味噌を試してみようと思ってるんだ

**P4:** BA > え? ミサイルが美味しくて嬉しい?

TA > なんて撃ち落とさなきゃいけないんだよ! 味噌汁だって!

TA > それは良かったね! それで?

被験者 > 次は違う味噌を試し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件の入出力結果をふまえて表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:まったく感じなかった)で回答してもらう。P1とP2使用時にはQ1~Q3に、BAについて回答してもらう。P3使用時にはQ1~Q3はBA・TAの両エージェントについて回答してもらい、Q4、Q5はTAについて回答してもらう。P4使用時にはQ4、5にTAについて回答してもらう。

順序効果を相殺するために、被験者のP1~P4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2に示す。H1は、ユーモア発話に対して指摘・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負担を比較して検証を行う。具体的には、ユーモア発話に対して指摘・会話推進を行わないP1と、ユーモア発話に対して自身で指摘・会話推進を行うP2をそれぞれ使用したときの、会話時の負担に関するQ1~Q3への回答の比較を行う。H2は、ユーモア発話・ユーモア発話への指摘・会話推進を1体のエージェントに行かせた場合と、2体のエージェントに役割分担して行かせた場合の、ユーザのエージェントとの会話時の負担を比較して検証を行う。具体的には、ユーモア発話・ユーモア発話への指摘・会話推進を、1体のエージェントで行うP2と、2体のエージェントが役割分担して行うP3をそ

表1 被験者への質問一覧

Table 1 The question list of Evaluation.

質問	要回答
Q1. エージェントとの対話は円滑に感じたか	P1-P3
Q2. エージェントとの対話はストレスなく行えたと感じたか	P1-P3
Q3. エージェントと対話を継続したいと感じたか	P1-P3
Q4. エージェントに親しみを感じたか	P3-P4
Q5. エージェントの発言にユーモアを感じたか	P3-P4

表2 仮説・方式・質問の対応表

Table 2 Relationship among hypotheses, patterns and questions.

仮説	比較する方式	比較する質問
H1	P1-P2	Q1~Q3
H2	P2-P3	Q1~Q3
H3	P3-P4	Q4~Q5

れぞれ使用したときの、エージェントとの会話時の負担に関するQ1~Q3への回答結果を比較する。H3は、ユーモア発話を咀嚼せずに指摘を行う場合と、ユーモア発話を咀嚼して指摘を行う場合の、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がユーモア発話を咀嚼せずに指摘を行うP3と、ユーモア発話を咀嚼して指摘を行うP4をそれぞれ使用したときの、TAに対する印象に関するQ4、Q5への回答結果を比較する。

### 6.3 実験結果

アンケートへの回答結果を図3、図4、図5、図6、図7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P1で16.7%、P2で33.4%、P3で33.3%、Sad条件ではP1で8.3%、P2で25.0%、P3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P1で41.6%、P2で25.0%、P3で25.0%、Sad条件ではP1で16.7%、P2で8.3%、P3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P1で16.7%、P2で16.7%、P3で16.6%、Sad条件ではP1で8.3%、P2で8.3%、P3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P3で33.3%、P4で50.0%、Sad条件ではP3で33.3%、P4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P3で0.0%、P4で50.0%、Sad条件ではP3で0.0%、P4で50.0%であった。

### 6.4 考察

#### 6.4.1 H1に関する考察

H1(BAによるユーモア発話に対し、BAが自身でユーモア発話に対して指摘・会話推進することで、ユーザが感じる会話時の負担が軽減される)の検証のために、P1、P2に対するQ1~Q3の回答を比較する。Happy条件・Sad条

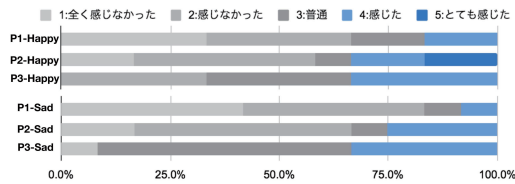


図 3 Q1 への回答 (N = 12)

Fig. 3 Distribution of responses for Q1 (N = 12).

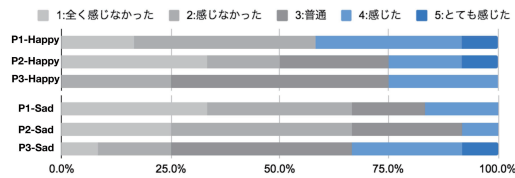


図 4 Q2 への回答 (N = 12)

Fig. 4 Distribution of responses for Q2 (N = 12).

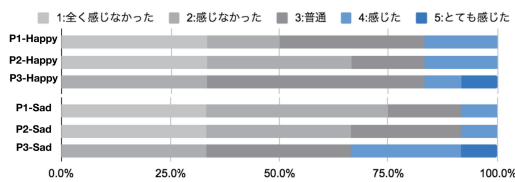


図 5 Q3 への回答 (N = 12)

Fig. 5 Distribution of responses for Q3 (N = 12).

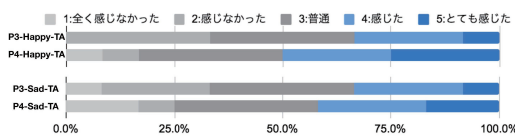


図 6 Q4 への回答 (N = 12)

Fig. 6 Distribution of responses for Q4 (N = 12).

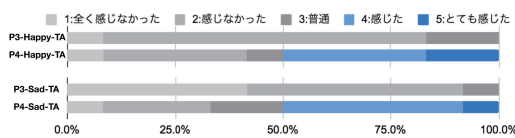


図 7 Q5 への回答 (N = 12)

Fig. 7 Distribution of responses for Q5 (N = 12).

件の P1 と P2 における Q1~Q3 への回答に対してそれぞれ Wilcoxon の符号順位検定を行うと、すべ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 がユーモア発話を行った後に BA 自身が指摘・会話推進を行っても、ユーザが感じる会話時の負担に変化はないと考えられる。

P2 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 P1 よりもユーザが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被験者にヒアリングを行ったところ、たしかに P2 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、P2 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多く聞かれた。

以上より、H1 について次のような結論が導出される。

**R1** : BA によるユーモア発話に対し、BA が自身でユーモア発話に対して指摘・会話推進しても、ユーザが感じる会話時の負担は軽減されない。

#### 6.4.2 H2 に関する考察

H2 (BA によるユーモア発話に対し、TA がユーモア発話に対して指摘・会話推進することで、ユーザが感じる会話時の負担が軽減される) の検証のために、P2 と P3 に対する Q1~Q3 の回答を比較する。Happy 条件の P2 と P3 における Q1~Q3 への回答に対してそれぞれ Wilcoxon の符号順位検定を行うと、すべての質問で有意差は確認されなかった。Sad 条件の P2 と P3 における Q1~Q3 への回答に対してそれぞれ Wilcoxon の符号順位検定を行うと、すべての質問で 5%水準の有意差が確認できた。ここから 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ユーモア発話を行うエージェントと、そのユーモア発話を指摘する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と考えられる。

この結果が得られたことについて考察する。6.4.1 項で述べたとおり、P2 では 1 体のエージェントがユーモア発話・指摘・会話推進を行っていたため、エージェントの役割が不明瞭であり、R1 に至ったと考えられる。一方、P3 ではユーモア発話を行うエージェントと、ユーモア発話に指摘・会話推進する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、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すると思われたが、この効果が確認できたのは Sad 条件の場合のみであった。この理由を探るために追加ヒアリングを行うと、P2 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てい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、Happy 条件では P2・P3 間に効果の差がなく、Sad 条件では差が認められた理由であると考えられる。

以上より、H2 について次のような結論が導出される。

**R2** : Sad 条件において、BA によるユーモア発話に対し、TA がユーモア発話に対して指摘・会話推進することで、ユーザが感じる会話時の負担が軽減される。

#### 6.4.3 H3 に関する考察

H3 (TA が、ユーモア発話を咀嚼した指摘を行うことで、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、P3 と P4 に対する Q4, Q5 の回答を

比較する。Happy 条件の P3 と P4 における TA に対する Q4, Q5 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 P3 と P4 における TA に対する Q4, Q5 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 のユーモア発話を指摘・会話推進する際、BA のユーモア発話を咀嚼することで、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。

この結果が得られたことについて考察する。P3 では、TA の指摘は、ユーモア発話を訂正するだけの単純なものであった。被験者にヒアリングを行うと、TA が単純に BA のユーモア発話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、被験者が 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、P4 では、TA の指摘は、ユーモア発話の内容をいい換えて指摘している。被験者からは、TA が BA のユーモア発話の内容を汲み取って指摘しているかのようで、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、被験者が TA に対し、機械的ではなくあたかもボケを理解して指摘をし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。なお P4 の TA の指摘に対する被験者からの意見として、ツッコミと判断しにくいケースがあったという意見も確認された。実際に本実験中に P4 方式で出力された 120 文の TA の発言を著者ら 3 名で確認したところ、51 文がツッコミと判断しにくい発言であると判定された。たとえば、“え？今夜？”というボケ発言に対し、“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 P4 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 単語間の概念距離は 32.03 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）の概念距離は 21.83 となり単語間の関連性が高いと考えられる。このことをふまえ、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距離が一定以上離れている場合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、H3 について次のような結論が導出される。

**R3** : TA が、ユーモア発話を咀嚼した指摘を行うことで、

ユーザが TA に対してユーモアを感じやすくなる。

#### 6.4.4 その他の考察

被験者からの回答を確認したところ、P1~P4 のどの方式を使用した場合でも表 1 の各質問に対し、2 以下の評価を多くつけていた被験者が 2 名見られた。この原因を解明するためにこの被験者 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とらえているため、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。これをふまえ、次の 2 点が今後の課題としてあげられる。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被験者層を分け、提案方式の効果を被験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可能性がある。あるいは本研究の外部の技術を用いて達成すべき課題である可能性もある。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 P3, P4 を使用したときの BA に対する印象を評価するために、被験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っていい”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、被験者の考案した悲しいことを確認すると、Sad 条件で BA のユーモア発話に対し、否定的な印象を抱いた被験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被験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がエージェントのユーモア発話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いえる。

## 7. おわりに

本論文は、文献 [4], [5] のシステムに見られる、ユーザがユーモア発話に対して指摘をする必要から生まれる負担の解消を狙ったものである。その手段として、ユーモア発



話を行うエージェントに加え、ユーモア発話を指摘し、会話推進を行うエージェントを導入して役割分担させることを提案した。プロトタイプシステムによる実験の結果、ユーザが悲しいことを入力する場合、役割分担された2体のエージェントにより、ユーザが会話時に感じる負担が軽減された。さらに、ユーザが嬉しい・悲しいことを入力したとき、ツッコミエージェントがユーモア発話の内容を咀嚼して指摘することで、ユーザがよりユーモアをツッコミエージェントに感じやすくなることも確認できた。

今後の課題として、システムの入出力の改良や、より厳密なシステムの評価があげられる。システムの入出力の改良については、現在の入出力はテキストのみであり、多様なモダリティを考慮できていない。すなわち、ユーザの見た目・表情に基づいてツッコミの生成や、生成したツッコミの効果が高まるような表情・ジェスチャを駆使できていない。このことから、生成したツッコミの効果を高められるような入出力の方法について検討を続ける必要がある。より厳密なシステムの評価については、新たな提案手法を評価するための指標を取り入れた実験を行う予定である。具体的には、回答までの反応速度や、被験者の漫才・コントへの馴染み具合、TAの指摘方法を変化させたときのBAへの印象などを評価指標として取り入れていく。次に、本実験は、ユーザが1度発話を行い、それにエージェント（達）が返答し、その返答にさらにユーザが1度返答するような短いコミュニケーションを想定したものであったため、長期的なコミュニケーションにおける提案方式の効果は明らかにできていない。提案方式はユーザが日常的に使用するエージェントに取り入れることを想定しているため、長期的に提案システムを使用した場合の評価や、エージェントの返答に対してユーザがコミュニケーションを継続できるか否か、その際の負担はどの程度であるかを検証する必要がある。さらに、本提案では同義語ツッコミや動作ツッコミを採用しているがノリツッコミ（ボケに合わせて自身も1度ボケた後にツッコむ）など他のツッコミ手法が存在する。このため、ユーザが親しみを感じやすいツッコミ手法の検討も行っていく予定である。

## 参考文献

[1] McDuff, D. and Czerwinski, M.: Designing emotionally sentient agents, *Comm. ACM*, Vol.61, pp.74-83 (2018).  
 [2] Apple Inc.: Siri, available from (<https://www.apple.com/ios/siri/>) (accessed 2019-10-09).  
 [3] Google Inc.: Google assistant, available from (<https://assistant.google.com/>) (accessed 2019-10-09).  
 [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 (2020年掲載予定).  
 [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).  
 [6] 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).  
 [7] 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 2016, Vol.78, pp.401-402 (2016).  
 [8] 野中裕子, 酒井洋一, 安田 清ほか: 語りかけエージェントとの会話における韻律情報の分析, 情報処理学会第75回全国大会 2013, Vol.75, pp.179-180 (2013).  
 [9] 小倉拓人, 徳永隼人, 松村冬子ほか: 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).  
 [10] 藤堂祐樹, 西村良太, 山本一公ほか: ドライバの退屈・眠気回避を目的とした会話型 CG エージェントに関する検討, 情報処理学会第65回全国大会 2003, Vol.2003, pp.411-412 (2003).  
 [11] 近藤亮太, 畑中聖二, 加藤誠巳: 余暇の過ごし方を提案する会話型エージェントシステムに関する検討, 情報処理学会第69回全国大会 2007, Vol.2007, pp.543-544 (2007).  
 [12] 中谷 仁, 岡夏樹他: 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 2009 年全国大会論文集, 1J1-0s2-5 (2009).  
 [13] 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, pp.920-927 (1998).  
 [14] 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).  
 [15] 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).  
 [16] 青木 亮, 義 尚晃, 原口和貴ほか: 理解しやすい対話を用いた漫才台本の自動生成, データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM Forum), C1-5 (2018).  
 [17] 伊勢崎隆司, 小林明美, 有賀玲子ほか: 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).  
 [18] SoftBank: Papper, available from (<https://www.softbank.jp/robot/>) (accessed 2019-10-09).  
 [19] Coulson, S. and Williamsab, R.F.: Hemispheric Asymmetries and Joke Comprehension, *Neuropsychologia*, Vol.43, No.1, pp.128-141 (2005).  
 [20] Samson, C.A., Hempelmann, C.F., Hubera, O., et al.: Neural Substrates of Incongruity Resolution and Nonsense Humor, *Neuropsychologia*, Vol.47, No.4, pp.1023-1033 (2009).  
 [21] 伊藤大幸: ユーモアの生起過程における論理的不適合及び構造的不適合の役割, 認知科学, Vol.17, No.2, pp.297-312 (2010).  
 [22] Chaves, A.P. and Gerosa, M.G.: Single or Multiple Conversational Agents? An Interactional Coherence Comparison, *Proc. 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (2018).  
 [23] MeCab: Yet another part-of-speech and morphological analyzer, available from (<http://taku910.github.io/mecab/>) (accessed 2019-10-09).  
 [24] Mikolov, T., Chen, K., Corred, G., et al.: Efficient estimation of word representations in vector space, *Proc. ICLR'13* (2013).  
 [25] 独立行政法人情報通信研究機構: EDR 電子化辞書 (2002).

## 推薦文

本論文は、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 の発表論文の中で特に高い評価の論文であった。複数の対話エージェント同士がユーモアのある会話をを行う方式の研究は、興味深く新規性が高いため推薦する。

(グループウェアとネットワークサービス研究会主査  
齊藤典明)



呉 健朗 (学生会員)

2018 年日本大学文理学部情報科学科卒業。同年日本大学大学院総合基礎科学研究科博士前期課程に進学，現在に至る。2017 年 VR 学会サイバースペース研究賞，2018 年情報処理学会 GN 研究賞，山下記念研究賞。



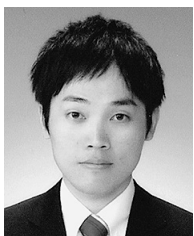
富永 詩音 (学生会員)

2019 年日本大学文理学部情報科学科卒業。同年日本大学大学院総合基礎科学研究科博士前期課程に進学，現在に至る。



武藤 佑太 (学生会員)

日本大学文理学部情報科学科に在学。



宮田 章裕 (正会員)

2005 年日本電信電話株式会社入社。2008 年慶應義塾大学大学院博士課程修了。2016 年より日本大学文理学部情報科学科准教授。情報処理学会 2017 年度・2018 年度論文賞。ACM，日本バーチャルリアリティ学会，ヒューマンインタフェース学会，日本データベース学会各会員。博士（工学）。本会シニア会員。