

複数ユーザの盛り上がり状態の変化に応じて 発話するクイズエージェント

A Quiz Agent Who Utters in Reflecting the Activeness of Multiple Users

黄 宏軒^{1,2*} 古川 拓也¹ 中野 有紀子² 西田 豊明¹
Hung-Hsuan Huang^{1,2} Takuya Furukawa¹ Yukiko Nakano² Toyoaki Nishida¹

¹ 京都大学大学院情報学研究科

¹ Graduate School of Informatics, Kyoto University

² 成蹊大学理工学部情報科学科

² Department of Computer and Information Science, Seikei University

Abstract: This paper presents a quiz game agent who behaves attentively to the dynamics of multiple concurrent participants. The attentiveness of this agent is achieved with an utterance policy that determines whether, when, whom, and what to utter for the agent. This policy is driven by the activeness of the participants' face movements and the audio information during their discussion of the answer. This system is then evaluated by questionnaire investigation and video data analysis and is proved to affect the participants' behaviors.

1 はじめに

会話エージェントは、ユーザの発話や身振り手振りを入力とし、自然言語による発話と身振りや手振りによって自らの意思を表出する。これにより、誰でも特別な訓練を受けることなく日常的に人間同士の間で行なうコミュニケーション手段を用いて情報システムを活用し、その恩恵を享受できるようになることが期待される。会話エージェント技術の応用として、博物館や展示会などでは、コンピュータ操作の予備知識を持たない一般市民との直接的なインタラクションが求められるため、展示内容のナビゲータとして会話エージェントの実用化への期待は大きい。

公開展示場で家族や友達同士などの複数の来訪者によって同時に利用されることが予想されるが、従来の会話エージェント研究で実現された多人数インタラクションのほとんどは、複数のエージェントが参加することはあっても、ユーザは1人であると仮定していた。その要因として、以下のように技術的な課題があるためである。話し手と聞き手だけが会話に参加する2者会話の場合と異なり、多人数会話の場合は、各参加者の役割を、話し手、聞き手、聞き手の横で話を聞く傍参加者に分類する必要があり、可能な相手が増えるため、発話権の受け渡しのメカニズムも複雑になる [Traum 03]。また、コンピューターが理解するのに困難だとされる

自由度の高いユーザ同士間のインタラクションも生じうる。

会話エージェントの生命らしさと存在感を改善するために、複数のユーザを意識した行動をエージェントにさせるのは、1つの手段として考えられる。本研究では、クイズゲームにおいて、複数人のゲーム参加者の状態に気を配り、適切な対象、内容、タイミングを規定するポリシーに沿って発話する司会エージェントを提案する。気配りの発話ポリシーは以下のような原則に基づくものと定義される。

1. 参加者がなかなか解答せず、ゲームが進行しないようであれば、ヒントの利用か解答を促すことを試みる。
2. クイズゲームを盛り上げるために、参加者が静まりかえると、刺激として参加者に話しかけることを試みる。
3. 効果を期待する発話の場合、グループメンバーに最も影響していると思われる中心人物を受話者にする。
4. 横槍だと思われぬように、参加者が自分たちの討論で盛り上がっている時には話しかけない。

エージェントの性格については、クイズゲームの司会を主たるタスクとするため、中立な立場をとり、参加者の解答を迷わせることもせず、助けることもしな

*連絡先：成蹊大学理工学部情報科学科
〒180-8633 東京都武蔵野市吉祥寺北町 3-3-1
E-mail: huang@ejs.seikei.ac.jp

いように設定した。本稿はこの発話ポリシーを実装した「気配りクイズエージェント」のプロトタイプと参加者の反応を考察するための評価実験について述べる。

2 関連研究

複数ユーザとインタラクションできる会話エージェントには、Kopp らによる博物館説明員エージェントの MAX[Kopp 05] や、Rehm らによる Gamble[Rehm 08]、Bohus らによる MS の受付エージェント [Bohus 09] などがある。MAX の入力には 1 台のキーボードのみを用いているので、来訪者間の会話や複数の来訪者との同時並行的な会話には対応し得ず、実質的にはそのつど会話の文脈をリセットし、ユーザが次々に交代しながら 1 人ずつ会話エージェントと対話する、という図式になる。Gamble は、ラウンド制のゲームを題材にしている。ユーザの数が固定されているだけでなく、ラウンドごとの発話者と受話者も決まっているので、発話ターンの交替や参加者の役割同定や注視対象の管理などの問題は生じず、複数ユーザと会話エージェントのインタラクションは比較的単純な構造になる。会話参与意思の推定機能と複数人対応の会話管理機構をもつ MS の受付エージェントは、カメラの視野に入るユーザを一人ひとり追跡し、音声認識を用いて会話の状況を捉えようとするものであった。

3 気配り発話ポリシー

我々の研究グループでは、食品の安全に関する注意喚起や研究成果を一般市民向けに情報発信をするための取り組みの一つとして、独立行政法人食品総合研究所と共同で、食品の安全を題材としたクイズエージェントを開発した。これまでに 4 回の展示を行い、延べ 290 組、860 名の来訪者がクイズエージェントを利用した。出展されたクイズエージェントのプロトタイプは、参加者の状態に意識することなく、彼らの直接操作に反応し、ゲームを進めるシンプルなものであった。公開展示におけるクイズゲーム参加者とクイズエージェントのインタラクションにおいては、次のような現象が観察された。

- 解答をめぐる参加者グループ内で討論が行われる。
- 参加者グループ内で特定のクイズ問題に対しての討論を特定の人物が主導する。
- 参加者グループ内での討論の雰囲気盛り上がりたり静まり返ったりする。

このように、参加者グループのメンバー間にインタラクションが多く発生し、その活発さは参加者グループのメンバーから構成される空間のなかで、異なる参加者がそのときどきの中心となって動的に変化する。ここで、活発な参加者同士の会話行動を盛り上がり状態と呼ぶ。第 1 節で述べた原則に基づき、以下の気配り発話ポリシーを定義した。

出題し終わって参加者の解答を待っている状態：高い盛り上がり状態が続く場合は、エージェントは何もしない。盛り上がり状態が一旦高くなったあとに、その度合いが低下すると、そのつどゲームを進行させるために、参加者に話しかけるチャンスと見て、そして、静まりかえった状態を解消するための刺激として、ヒントの利用か解答を催促する。この種類の発話は以下、「促し」発話と呼ぶ。ただし、問題ごとに発話内容をデザインする必要があるため、そのバリエーションに限りがあり、促し発話は問題ごとに最大で 2 回する。参加者の討論が最初からずっと盛り上がりがない場合は、50 秒のタイマーで促し発話をする。促し発話は、ヒントボタンを押すか解答をするという参加者の反応を期待するため、そのときどきにグループ内の討論を主導する中心人物を受話者にする。

正解発表のあと、次の問題に進む前の状態：正解発表の途中で参加者の反応がなくなると、クイズゲームを盛り上げるために補足コメントを行なう。以下、「コメント」発話と呼ぶ。正解発表を聞いたあとに、参加者が盛り上がり、その状態が続く場合、コメントは行なわず、次の問題への移行もしばらく待つ。次の問題への移行を待っている場合、参加者の盛り上がり状態が低下すれば、次の問題、または、最後の問題の場合は総括コメントに移行する。この種類の発話を以下、「進行」発話と呼ぶ。

4 気配りクイズエージェントの実現

第 3 節で述べた発話ポリシーを実現するためには、参加者グループの盛り上がり状態と中心人物の推定が必要である。それぞれを本研究では以下のように定義する。

盛り上がり状態：ある参加者が発話したあとに、発話者以外の参加者たちが続いて発話すると同時に、顔の活発な動きも見られた場合は、個々の参加者の独り言ではなく、最初に発話した参加者に応じてグループのメンバーが熱心に会話に参加したと思われ、「盛り上がり状態が高い」と呼び、そうでない場合は「盛り上がり状態が低い」と呼ぶ。

中心人物：現時点で参加者グループのなかでもっとも討論に参加し、グループの討論の高い盛り上がり状態を誘発した参加者を「中心人物」と呼ぶ。

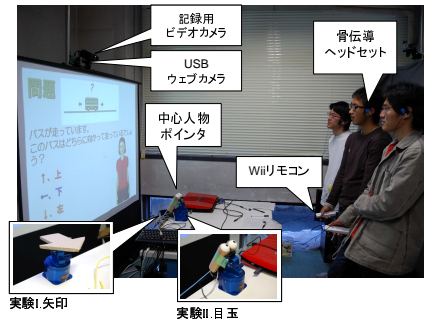


図 1: 気配りクイズエージェントにおけるセンサー類の配置と実験中に使用した 2 種類の中心人物ポインタ

システムの入出力装置は図 1 に示すように配置した。参加者の顔の動きを計測するには、ウェブカメラとオムロン社の顔認識ソフト OkaoVision[Omron Corp. 08] から得られる顔向き情報を用いる。ある時刻までの約 3 秒間の顔向きの加重平均で個々の参加者のスクリーンを注視する度合いを評価し、低ければ顔に活発な動きがあったとみなす。

一方、雑音レベルの高い環境でも安定した入力を得るために、参加者たちが会話をしているか否かの推定は、雑音に敏感な音声認識は用いず、会話音声の音響成分だけを用いて発話しているかどうかの判断を行う。近くにいる参加者の声が互いに干渉しないように、個々の参加者には骨伝導ヘッドセットをつけてもらった。発話状態の判断に用いられる閾値は実際に使用する参加者ごとに微調整を行なった。個々の参加者の 2 秒間の無音区間を区切りとして参加者の発話シーケンスを切り出す。さらに、2 秒間の無音区間を区切りとしてグループ内の連続した会話シーケンスを切り出す。各会話シーケンスの起点となった発話者が記録され、中心人物の推定に用いられる。グループ間の会話が続いている状態にある限り、顔の動きの活発さと統合して、さかのぼりながらグループの盛り上がり状態の「高い」と「低い」を推定し続ける。その状態の変化が生じた時点が区切りとし、「高い」の状態の続く間が含まれる会話シーケンスを始めた参加者がグループの高い盛り上がり状態を一回誘発したと数える。エージェントが発話するまでに、各参加者が一連の盛り上がり区間の起点になった回数と発話の回数を集計する。同じ重みで参加者のそれぞれの順位によって点数をつけ、合計点数が最も高い参加者をその時点での中心人物とする。クイズの問題によってグループの状態変化の傾向が変わるであろうと考えられるため、中心人物と盛り上がり状態の計算は問題ごとにリセットする。

入力統合コンポーネントは、フレームレートの異なる参加者の顔の動きの活発さと会話の有無からなる各入力ソースにバッファを設け、入力信号が入るたび

に、必要な情報の最新状態を用いて、盛り上がり状態と中心人物を即時に計算する。その推定された参加者グループの討論の状態に対し、気を配る発話ポリシーに基づいて会話管理コンポーネントが発話内容と言語アニメーションのコマンドを決定する。その結果は、キャラクターアニメータに出力され、CG アニメーションが描画される。非言語アニメーションの一部は、中心人物ポインタと呼ばれる 2 軸サーボモータで駆動される矢印型のポインタ (図 1) に送られ、話しかける相手となる人物へのポインティングが行われる。中心人物ポインタは、[森川 01] で適された、平面に表示される人間の注視方向を画面の前にいる複数の人から正確に判断できないというモナリザ現象に対応するために導入された。また、クイズへの解答は、単一の入力デバイスを共用した場合、中心人物に偏りが生じることを防ぎ、Wii リモートコントローラを用いて個々の参加者が独立に入力できるようにした。

5 評価実験

気配りクイズエージェントシステムを評価するために、気を配る発話ポリシーを用いない固定タイミングクイズエージェントの比較実験を行った。固定タイミングクイズエージェントは、参加者の状態にかかわらず、以下のように決まっているタイミングで「促し」、「コメント」、「進行」の 3 種類の発話を行う。

促し (U): 出題したあと、50 秒間経過するたびに 1 回、最大で 2 回、ヒントの利用と解答の促しを行う。

コメント (C): 正解発表の直後に、必ず補足コメントを行う。

進行 (P): 補足コメントの直後に、次のクイズを出題する。全 10 問が終わった場合は、総括コメントへ移行する。

固定タイミングエージェントの発話は、タイミングのみが違い、内容は気配りクイズエージェントのものと同じである。中心人物ポインタの動きについては、促し発話時に、2 つのエージェントが同じように行うが、気配りクイズエージェントは中心人物に指すのに対し、固定タイミングクイズエージェントは参加者のうちの 1 人をランダムに指す。中心人物ポインタの目立つ度合いの差異により、参加者の反応にもたらす影響も考えられるため、実験条件が全て同じであるが、中心人物ポインタの形状 (図 1) のみが違い、中立だと思われる矢印型ポインタを用いた実験 I と目立つと思われる目玉型ポインタを用いた実験 II の 2 回に分けた。

実験の参加者は、3 人一組で大学の学生を募集し、16 組 48 名 (男性 39 名、女性 9 名、平均年齢 21.1 歳) の参加者を得た。16 組の参加者を実験 I と実験 II に 8 組ずつ無作為に分け、それぞれに気配りクイズエージェン

トと固定タイミングクイズエージェントが司会するクイズゲームに、1セッションずつ参加してもらった。中心人物ポインタとスクリーンに表示されるエージェントキャラクターの関係については、明瞭な定義を与えなかったが、ポインタが動作せずに上に向けたままの状態では、キャラクターが参加者全員を対象に話しており、特定の参加者に向けた場合は、その参加者のみに話しかけていると、参加者に教示した。

5.1 アンケート調査

実験後に、参加者に対してより詳細な項目で情報を収集するために、アンケート調査(1)を行った。アンケートの回答から、どちらの実験においても、気配りクイズエージェントの中心人物ポインタの動きに参加者の注意が向いていたことがわかった(Q10, 実験 I: $p=.08$, 実験 II: $p<.01$, 両側 Wilcoxon の符号付き順位和検定, 以下同)。このことから、参加者たちは気配りクイズエージェントの中心人物ポインタが指す対象の意味の違いを意識できていたといえる。また、どちらの実験においても、中心人物ポインタの向きに違和感を覚えた参加者は多くいたが、目玉型の中心人物ポインタの方が顕著な違和感を与えていた(Q12, 実験 I: $p=.20$, 実験 II: $p=.02$)。その理由として、その目立つ形状が、参加者の注意を引くと同時に「誰かに見られている」という不快感も与えてしまったことが考えられる。同じ理由で、目玉型ポインタの指示は分かりやすく(Q11, 両側 U 検定: $p=.08$), 参加者たちの注意を引くため、発話ポリシーが同一でも、エージェントが自分たちに注意を向けている(Q8, 実験 II: $p=.09$, 両側 U 検定: $p=.03$)と感じたのではないかと考えられる。

次に、発話タイミングの適切さについて考察する。気配りクイズエージェントと固定タイミングクイズエージェントのあいだには、多くの項目で差異が認められなかった。Q9「進行はスムーズだった(実験 I: $p=.11$, 実験 II: $p=.08$)」で、参加者は、気配りクイズエージェントの方が、ゲームの進行がスムーズでないと感じた、という傾向にあった。これは、「補足コメント」と「進行」を早いタイミングで必ず発話し、次々とクイズを進める固定タイミングクイズエージェントに対し、気配りクイズエージェントは、適切な発話タイミングをうかがうため、発話をしなかったり、発話するまで時間がかかったりすることに起因するのではないかと考えられる。さらに、気配りクイズエージェントの発話ポリシーでは「早く」ゲームを終わらせることを目的としていなかったが、言葉の曖昧さから参加者は「スムーズ」を「早い」と解釈して回答したと考えられる。これは、必ずしもポリシーが失敗したことを意味しないと考えられる。一方、中心人物ポインタが、矢印型

から目玉型に変わったことで、Q5「自分達での会話が弾んだ(実験 I: $p=.86$, 実験 II: $p=.07$)」と Q13「沈黙を感じる瞬間はあった(実験 I: $p=.05$, 実験 II: $p=.68$)」という点が改善したことから、気配りクイズエージェントが優位な方向にシフトしている現象が見え、目玉型中心人物ポインタを用いた気配りクイズエージェントは、(矢印型ポインタの方より)参加者たちの討論を盛り上げることができたと考えられる。

5.2 ビデオ分析

気配りクイズエージェントと固定タイミングクイズエージェントのあいだでの参加者の反応の違いを調べるために、評価実験で収録したビデオを分析した。人手によるラベル付けという主観的な偏りを減少させるために、映像からのラベル付けに慣れているが、本研究とは関与していないコーダ4人に、16グループの参加者のうち、実験 I と実験 II から2グループずつ(中心人物ポインタの形状と発話ポリシーの4種類の組み合わせが2セッションずつで計8セッション)のラベルを付けてもらった。本研究の意図とアルゴリズムの内容はコーダへの教示に含まれなかった。ラベル付けの作業でコーダに注目してもらったのは、各エージェントの発話タイミングがスムーズであったかどうか、参加者がエージェントの発話を聞いていたかどうか、中心人物ポインタが動作した時点での中心人物は誰であったか、そして、各セッションの中心人物は誰であったかについてであった。コーダには、以下のように教示した。

発話タイミング: ラベル付けは、エージェントが「進行」「促し」「コメント」の発話について行った。また、一問目の出題は長い前置きの直後に行われ、タイミングとして常にスムーズだと思われるため、データ集計の対象から外した。

- スムーズ: 特に違和感なくすんなりとゲームが進行する。
- 唐突: 参加者が熱心に討論しているあいだに、エージェントが割り込んだために、参加者が討論を中止する、もしくは、参加者がエージェントを無視してそのまま話し続けているような状況。
- 遅い: 見かけ上、システムが止まっているように見え、参加者たちがなぜゲームが進まないのかと戸惑うような状況。

参加者の注意度: 参加者がエージェントに注意を向けているかどうかをラベル付けした。ラベル付けの箇所は、エージェントが「促し」と「コメント」の発話を始めた瞬間を除き、各発話のあいだであった。なお、

表 1: アンケート調査の結果。「Q」は質問の ID。「 M_F 」と「 M_A 」の列は固定タイミングクイズエージェントと気配りクイズエージェントの中央値であり、括弧内の数字は四分位偏差を示す。「 p 」と「 p_U 」列は両側 Wilcoxon の符号付順位和検定と両側 Mann-Whitney の U 検定の結果を示す。

Q	質問文	実験 I			実験 II			I と II
		M_F	M_A	p	M_F	M_A	p	p_U
1	親しみやすい	4.0(1.00)	4.0(1.50)	0.199	4.0(1.00)	4.0(1.00)	0.954	0.531
2	喋って欲しくないのに喋ったことがある	4.0(2.00)	3.0(1.25)	0.159	4.0(1.50)	3.5(2.00)	1.000	0.531
3	発言が消極的	2.0(1.00)	2.0(1.00)	0.268	2.0(1.00)	3.0(1.50)	0.187	0.760
4	自分達の状況に応じた振る舞いをしている	4.5(1.13)	4.0(1.00)	0.463	5.0(1.00)	4.0(1.00)	0.299	0.643
5	自分達での会話が弾んだ	6.0(1.00)	6.0(0.63)	0.855	5.0(1.13)	6.0(0.63)	0.068	0.200
6	一人で考えていることが多かった	2.0(1.00)	2.0(1.50)	0.177	3.0(1.50)	3.0(1.00)	0.501	0.983
7	言動がきっかけで、会話が弾んだ	4.5(1.13)	5.0(0.50)	0.793	5.0(1.63)	5.0(1.50)	0.403	0.430
8	自分達に注意を向けている	3.0(1.00)	3.5(1.00)	0.792	3.0(1.50)	4.5(1.00)	0.087	0.027
9	進行はスムーズだった	5.0(1.13)	4.5(2.00)	0.109	5.0(1.13)	4.0(1.00)	0.081	0.884
10	ポイントの動きに注意を向けた	2.5(2.00)	4.0(2.00)	0.075	2.0(1.63)	5.0(0.88)	0.002	0.992
11	ポイントによる指示はわかりやすい	2.0(1.50)	2.0(1.13)	0.835	2.0(1.00)	3.0(1.00)	0.037	0.080
12	ポイントの向きに違和感があった	3.0(1.63)	4.0(2.00)	0.204	4.0(1.13)	5.0(1.50)	0.024	0.588
13	沈黙を感じる瞬間があった	2.0(1.50)	3.0(2.50)	0.053	4.0(1.50)	4.0(1.50)	0.678	0.826
14	促されたとき素直に反応しようと思う	5.0(1.00)	5.0(1.50)	0.256	4.0(1.30)	5.0(1.50)	0.632	0.892

「進行」発言は時間が長く、また、重要であり、参加者は概ね聞いているため、ラベル付け対象から除外した。

- 聞いている: 2人以上の参加者がエージェントの発言を聞いている。または、参加者がエージェントの発言に返事したり、コメントをしたりするような状況。
- 無視: 2人以上の参加者が会話しており、エージェントの発言を無視するような状況。

中心人物: 中心人物ポイントが指した対象が、ポイントが動作した時点でグループの討論を主導しているかどうか。

- 中心人物: ポイントが動作した時点の問題について、討論を主導している参加者とポイントの指した人物が同じである状況。判断が付かない場合は、該当セッションを主導する人物とする。
- 中心人物でない: 前項の人物でない。

表 2 は気配りクイズエージェントと固定タイミングクイズエージェントの発言タイミングを比較したものである。この表から、進行発言に関しては、気配りクイズエージェントと固定タイミングクイズエージェントとのあいだで、スムーズな発言の割合に差異がないと考えられる ($N: 70.0\% : 68.9\%$)。一方、促しとコメントについては、気配りクイズエージェントでは、スムーズなタイミングで発言できた割合が比較的高いことが分かった ($U: 72.6\% : 56.0\%$, $C: 63.2\% : 51.7\%$)。なお、どちらのエージェントでも、コメントより、促しの方がスムーズな発言の割合が高いのは、発言の性質が違うためであると考えられる。総回数は少ないが、

表 2: 気配りクイズエージェントと固定タイミングクイズエージェントの発言タイミングの比較。データは実験 I と実験 II を合わせたものであり、断りがなければ、数字は回数を示す

タイミング	気配り				固定タイミング			
	P	U	C	合計	P	U	C	合計
スムーズ	112	45	67	224	104	14	78	196
唐突	42	17	35	94	47	10	73	130
遅い	6	0	4	10	0	1	0	1
スムーズ (%)	70.0	72.6	63.2	68.3	68.9	56.0	51.7	59.9

気配りクイズエージェントの方が、発言タイミングが遅いと判断されることが比較的多かった (10:1)。これは、アンケート調査での「スムーズでない」という印象と一致する。

発言種類とタイミングの違いにより、参加者の注意度の変化を分析した。3はその結果を示す。これにより、発言の種類を問わず、エージェントがスムーズなタイミングで行った発言を、概ね参加者が集中して聞いてくれたことがわかった ($C: 87.8\%$, $U: 90.0\%$)。また、唐突だと思われるタイミングにエージェントが行った発言を、参加者が自分たちでの討論を中断するまで聞いてくれる割合は下がった ($C: 38.7\%$, $U: 60.7\%$)。なかでも、「コメント」が格段に低かったのは、正解発表を聞いたあとに、参加者たちがそれについての討論に盛り上がったため、内容自体は重要でない補足コメントは無視されたからだと考えられる。

中心人物ポイントの形状と受話者が中心人物かどうかの違いによる、エージェントの発言が参加者に無視

表 3: 発話種類とタイミングの違いによる，参加者の注意度の変化の比較。「L」は「聞いている」，「I」は「無視する」を示す．

タイミング	コメント			促し			合計
	L	I	L(%)	L	I	L(%)	L(%)
スムーズ	129	18	87.8	54	6	90.0	88.4
唐突	41	65	38.7	17	11	60.7	43.3

表 4: 中心人物ポイントの形状と受話者が中心人物かどうかの違いによる，エージェントの発話が参加者に無視される確率の比較。「C」は受話者が中心人物だった場合を示し，「NC」は中心人物でない場合を示す．断りがなければ，数字は回数を示す．比較として，中心人物ポイントの動作が伴わないコメント発話のデータを最後尾の列「なし」に加えた

	矢印型		目玉型		なし
	C	NC	C	NC	—
無視	4	4	1	4	84
聞いている	21	11	13	16	174
無視 (%)	16.0	25.0	7.1	20.0	32.6

される確率を表 4 に示す．参加者の注意を引き付け，発話を聞かせる能力の高さは，目玉型の中心人物ポイント，矢印型の中心人物ポイント，中心人物ポイントなしの順の傾向が見えた．また，中心人物に対しての発話が無視される割合がそうでない場合より低いのは，グループの討論を主導している中心人物はやはり他の 2 人の参加者を牽引していることを示唆する．

5.3 総合考察

以上を総合すると，以下のような結論を考察できる．会話ポリシーをデザインしたときの仮説と，その実行に必要な情報である盛り上がり状態と中心人物の推定は，部分的に成功したと考えられる．エージェントが発話を行う際に，適切な（スムーズな）タイミングで，適切な参加者（中心人物）を相手にすれば，その発話が有効（参加者が聞いてくれる）にはたらく可能性が高まることが観測された．発話タイミングの決定に必要な盛り上がり状態の推定を評価することは困難であるが，気配りクイズエージェントは，スムーズな発話をより高い確率で行なえたことから，参加者の顔向きと音響情報を利用した盛り上がり状態の推定は，ある程度うまくいっていると考えられる．

中心人物の推定が当たった際に適切な内容で発話を行えば，参加者たちにエージェントの発話を聞いても

らえることが期待できる．中心人物ポイントは受話者の指示や人の注意を引き付ける道具として有効であったが，その形状によって効果の具合が変わり，場合によっては逆に参加者に不快感を与えてしまうこともあることが観察された．

6 まとめ

本論文では，複数参加者とのインタラクション機能を持つクイズエージェントを実現するため，適切な参加者に対して適切なタイミングで気の利いた発話をするというアプローチを提案した．このエージェントは気を配る発話ポリシーを実行するが，このポリシーは「盛り上がり状態」と「中心人物」の推定結果に基づいて動作する．これらの手法を実装し，評価実験を行った．

導入した中心人物ポイントの有効性は示すことができたが，会話における機能やその性格の位置づけ，クイズエージェントとの連携のさせかたなどについては，さらに検討する必要がある．将来の長期的な目標として，複数参加者間の討論に参加できるような高度な会話エージェントの実現に向けた研究を進めたい．

参考文献

- [Bohus 09] Bohus, D. and Horvitz, E.: Models for Multiparty Engagement in Open-World Dialog, in *Proceedings of SIGdial'09*, London, UK (2009)
- [Kopp 05] Kopp, S., Gesellensetter, L., Kramer, N. C., and Wachsmuth, I.: A Conversational Agent as Museum Guide - Design and Evaluation of a Real-World Application, in *Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA'05)*, Kos, Greece (2005)
- [Omron Corp. 08] Omron Corp., : OKAO Vision, Website (2008)
- [Rehm 08] Rehm, M.: "She is just stupid"-Analyzing user-agent interactions in emotional game situations, *Interacting with Computers*, Vol. 20, No. 3, pp. 311-325 (2008)
- [Traum 03] Traum, D.: Issues in Multiparty Dialogues, in *Advances in Agent Communication, International Workshop on Agent Communication Languages (ACL'03)*, pp. 201-211 (2003)
- [森川 01] 森川 治：遠隔視覚対話における人間特性の分析とその応用, PhD thesis, 大阪大学人間科学研究科 (2001)