

## 話題提供ロボットによるコミュニティ対話支援の検討

塚本 潤<sup>†</sup> 平野 靖<sup>†,††</sup> 梶田 将司<sup>†,††</sup> 間瀬 健二<sup>†,††</sup>

<sup>†</sup> 名古屋大学大学院情報科学研究科 〒464-8601 名古屋市千種区不老町

<sup>††</sup> 名古屋大学情報連携基盤センター 〒464-8601 名古屋市千種区不老町

E-mail: †tsukamoto@arch.itc.nagoya-u.ac.jp, ††hirano@itc.nagoya-u.ac.jp, †††{kajita,mase}@nagoya-u.jp

**あらまし** 将来のロボットが家庭やオフィスのようなコミュニティで活躍するよう場面においては、ロボットが人間同士のコミュニケーションにも影響を与えられられる。そこで本研究ではコミュニティにおいて成員同士の話題となるような情報を提供するロボットを提案し、成員同士の対話を促進することを目標としている。まずロボットが提供する話題を各成員が作成する状況を検討している。そのために成員が Web 上から話題を投稿するツールや、ロボットが話題を提供した場面を Web 上から閲覧できるツールを実装した。このツールを用いたコミュニケーション実験を行い、提供場면을撮影するカメラの位置と被話者の話の聞き方、話題を投稿する動機付け等について調査分析した。

**キーワード** ロボット, コミュニティ, コミュニケーション, 対人距離

## Effect of Topic Providing Robot for Community Communication

Jun TSUKAMOTO<sup>†</sup>, Yasushi HIRANO<sup>†,††</sup>, Shoji KAJITA<sup>†,††</sup>, and Kenji MASE<sup>†,††</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Information Science, Nagoya University Furocho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 464-8601 Japan

<sup>††</sup> Information Technology Center, Nagoya University Furocho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 464-8601 Japan

E-mail: †tsukamoto@arch.itc.nagoya-u.ac.jp, ††hirano@itc.nagoya-u.ac.jp, †††{kajita,mase}@nagoya-u.jp

**Abstract** It is thought that robots influence human communications in the scenario that robots flourish in communities such as homes and offices in the future. Thus, the aim of this research is proposing a robot that provide human member's topic, and promoting the member's conversation in the community. First of all, we consider the case in which each member makes the topic that the robot provide. We implemented a Web tool by which the member posts the topic and browses the scene where the robot provide the topic. We conducted a communication experiment with this tool, and investigate the position of the camera that shoots providing scenes, the way of hearing topics, and the motivation of members to post topics.

**Key words** robot, community ,communication, personal space

### 1. まえがき

将来ロボットが家庭やオフィス等の我々の身近な場面で活躍することが期待される。そのような将来において、人とコミュニケーションできるロボットが人間同士のコミュニケーションにも影響を与えることが考えられる。例えばロボットの社会的態度が人間関係に影響を与えることが分かっている [1].

筆者らは家庭やオフィスのような日常的なコミュニティにおいて、成員同士の話題をロボットが提供するシステムを提案している。このシステムではロボットが成員同士の話題を話すことによって、コミュニティ内の対話を促すことを目標としている。ここではロボットは情報発信メディアと考えたとき、人の

ような存在感があることや視線やジェスチャによって発信する情報が誰から見ても分かりやすいといった特徴を活かすことを考えている。ロボットがある話題を提供したとき、被話者だけでなく近くにいる成員も話題に興味を持ち、成員同士のコミュニケーションが起きることを狙っている。

しかしながら長期間人と日常的に接するようなロボットには飽きを生じさせない工夫が必要である [2]。本システムでもロボットが常に新しい話題を提供することによって飽きを生じさせない必要がある。この問題を解決するアプローチの1つとして、ロボット自身が常に話題を作るという方法が考えられる。例えばロボットが話すコンテンツを作成する手法として、Web からコンテンツを選択し提示する研究がある。この手法に対し、

本研究ではロボットが話す話題を人が作成することによって飽きの問題を解決する。そのためにロボットが話す話題をコミュニティの各成員が作成し、Web 上からロボットに対して“投稿”するツールを用意する。

筆者らが上記のシステムを用いて研究室で実験を行い、被話者の話の聞き方を体の位置や向きから調査したところ、7割以上の話題を被話者が聞いていたという結果が得られた [3]。そして被話者のロボットの話の聞き方から、ロボットとの対人距離が近い方が、また事前にロボットがアイコンタクトを行ってから話した方が、被話者のロボットへの没入度が高いことが分かった。加えて多くの被験者が、自分以外の成員に向けて提供された話題も聞いていたことが分かった。

しかし被験者から話題を投稿するのが面倒だという意見や話題を投稿しても相手の反応が見たい意見があり、話題を積極的に作成できないという問題が認められた。本稿ではこの話題投稿の動機付けの問題を解決し、成員が積極的に話題を投稿できるようにするための話題閲覧ツールを提案する。本ツールでは話題を投稿した成員が、Web 上からロボットが話題を提供する場面を映像と音声で見たり、また投稿した話題が提供されたかどうかを確認したり、相手のリアクションを確認することができる。そしてロボットによる話題提供システムに話題閲覧ツールを実装した上で、筆者らの研究室において実験を行った。

以下では 2 節でロボットによる話題提供システムを、3 節では話題投稿・閲覧ツールを紹介する。そして 4 節では話題投稿・閲覧ツールを実装した上で行った実験の結果と考察について述べる。

## 2. ロボットによる話題提供システム

以下では筆者らの実装したロボットによる話題提供システムを説明する (図 1)。

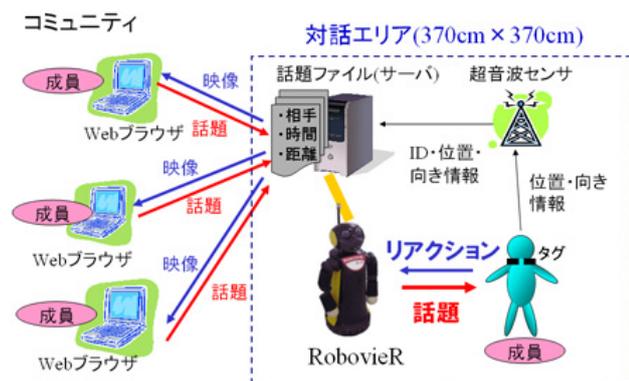


図 1 ロボットによる話題提供システム

### 2.1 成員の ID・位置・向きの取得

成員を識別したり、位置・向きの取得するために、超音波 3 次元位置測定システム [10] を用いた。成員は両上腕部にタグを付け (図 2)、天井に取り付けられた超音波リーダが、タグから発信された超音波を受信することによって成員の ID、3 次元位置を取得できる。また 2 つのタグを付けることによって、成員の向きも計算できる。

### 2.2 ロボット

話題を提供するロボットとして、RobovieR ver.2 [11] を用いた (図 2)。ロボットは前述した超音波 3 次元位置測定システムと組み合わせることにより、話題を提供する相手を見ながら話すことができる。

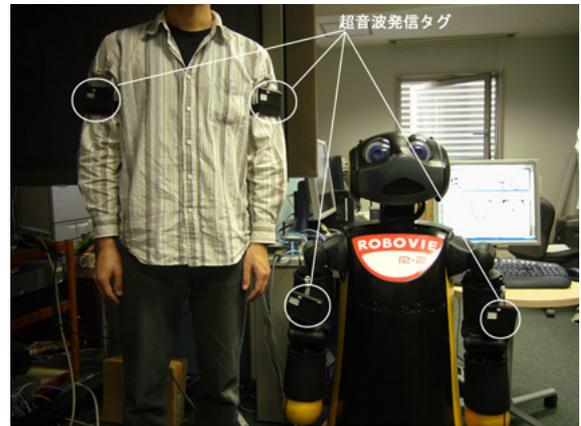


図 2 RobovieR ver.2 と超音波発信タグ

### 2.3 話題提供の流れ

ロボットが被話者に話題を提供する流れは次の 3 段階に分かれる。

#### ステップ 1 対人距離に対応した話題を選択

ロボット周辺の 370cm×370cm の広さの空間を対話エリアとし (図 3)、エリア内に話題の対象になる成員がいるときロボットが話題を提供する。本システムでは Hall の対人距離の分類 [6] を元に、話題の種類と対人距離を対応させる (表 1)。成員が対話エリア内に入ると、ロボットは各話題で指定された ID・対人距離と、対話エリア内の成員の ID・対人距離が一致する話題ファイルを選ぶ。成員の方を向きステップ 2 へ移る。

表 1 話題の種類と対話距離

話題の種類	対人距離	距離 (cm)	アイコンタクト
連絡	社会距離	120cm~370cm	あり
公的知らせ			
研究の話			
私的知らせ	個体距離	45cm~120cm	あり
雑談			
秘密の話	親密距離	0cm~45cm	あり
挨拶	考慮しない	0cm~370cm	なし

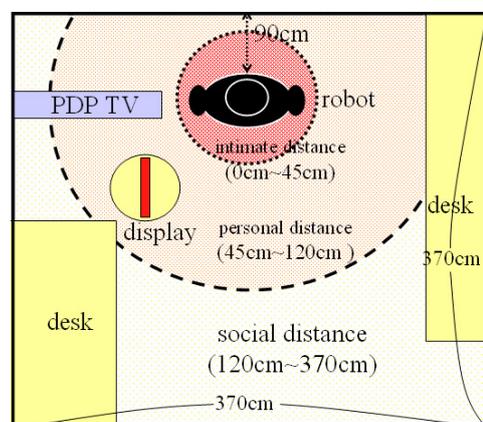


図 3 対話エリア内の配置図

## ステップ2 アイコンタクト

ロボットは成員の位置情報を元に被話者の顔を見てアイコンタクトを求める。そしてロボットの目カメラの画像からのアルゴリズム [9] を用いて正面顔を検出する。検出に成功すると、被話者とロボットが目が合ったと判断しステップ3へ移る。話題の種類が挨拶のときは、アイコンタクトなしでステップ3へ移る。

## ステップ3 話題の読み上げ

ロボットは“〇〇さん”と被話者の名前を呼び、被話者の方を見ながら合成音声で話題テキストを読み上げる。ロボットの音量は対人距離に対して自然な大きさになるように、社会距離を1とすると、個体距離0.8倍、親密距離0.7倍の大きさとした。

## 3. 話題投稿・閲覧ツール

本システムではロボットが提供する話題をコミュニティの各成員が作成する。すなわち成員が話題を投稿し、同時に話題を提供される。自動で話題を作る手法に対し、成員が人手で話題を作る手法の長所として以下のことが挙げられる。

- 成員同士のコミュニケーションのきっかけになりやすい。
- 投稿者と被話者の間にコミュニケーションが生まれる。

話題の投稿は Web 上から行う。Web ページは成員ごとに用意し、各自がログインして使用する。

また Web からロボットが話題を提供している様子を記録した映像を見るツールを用意した。話題を投稿した成員が投稿した話題の提供場面の映像を見ることにより、相手のリアクションを確認できる。

### 3.1 話題投稿ツール

ロボットが提供する話題は各成員が作成し、Web 上からロボットに対して“投稿”する。

(図4)のWeb画面を用いて、成員は場所・時間を問わず容易に話題を投稿できる。成員は投稿ページから、投稿者、相手(被話者)、話題提供の期間、及び話題の種類、話題のテキストを入力して投稿する。投稿された話題はXMLファイル形式でサーバに蓄積される。

図4 話題の投稿ページ

### 3.2 話題閲覧ツール

投稿した話題の履歴ページ(図5)を開くと、日ごとに自分が投稿した話題(投稿日時、相手、テキスト、提供日時、結果、動画)の一覧表が表示される。ロボットが話題を提供するとその

話題の行に、提供日時と結果(よく来てくれた、耳を傾けてくれた、無視された)と話題提供場面の音声付動画が表示される。

図5 投稿した話題の履歴ページ

映像はロボットが話し始める直前から、ロボットが話を終えてから3秒後まで撮影される。カメラの位置は次の2箇所を検討している(図6)。

- ロボット視点(図7)

ロボットの目カメラから撮影した映像である。ロボットが被話者の顔の方を見るので、被話者の顔を取めることができる。音声もロボットの頭部に取り付けられたマイクで録音される。

- 環境視点(図8)

ロボットの約5メートル正面の上部に取り付けられたカメラから撮影した映像である。ロボットや対話エリア全体の状況をカメラに取めることができる。音声はカメラの位置からでは被話者の声を十分に拾えなかったため、ロボットの頭部に取り付けられたマイクから録音した。

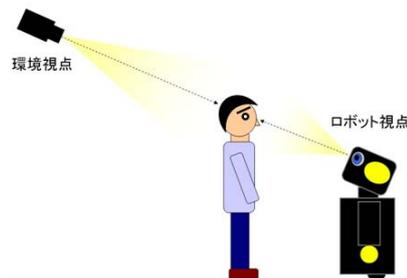


図6 ロボット視点と環境視点のカメラの位置



図7 ロボット視点



図8 環境視点

## 4. 実験と考察

### 4.1 実験手順

話題閲覧ツールが話題投稿者への動機付けや被話者の話の聞き方へ影響を与えるかどうかを調べるために、筆者らの研究室を対象コミュニティとして実験を行った。研究室のオープンスペースの一角を対話エリアとしロボットを配置した。天井には

3次元位置が計測できる超音波リーダが設置されており、タグを付けた成員を認識することができる。またタグ情報を確認できるよう、成員の名前・位置・向き情報が表示されるディスプレイをロボットの横に置いた。

被験者は研究室の20代の学生8名である。被験者には研究室にいたときは常時タグを付けてもらい、8日間の日常生活を実験対象とした。研究室に滞在する時間は被験者によって異なる。

8日間の実験期間を2部に分け、前半の4日間はロボット視点から、後半の4日間は環境視点から話題提供場面を撮影した。カメラの位置は予め被験者に知らせてある。また話題を充実させるために、被験者には研究室に来る日は1日5件以上話題を投稿し、話題閲覧ツールは自由に使用することを指示した。



図9 実験の様子

#### 4.2 話題提供直後の被話者の状態について

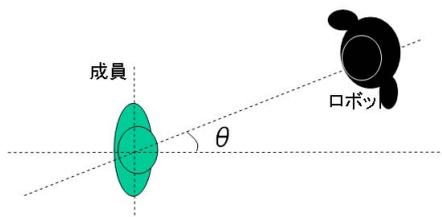
ロボットの話を被話者が聞いていたかどうかを調べるために、話題提供直後の被話者の状態を以下の3つに分けた。

- Listen

以下の条件を満たす状態で、被話者が対話エリア内においてロボットの方を向いている状態である。この状態が被話者のロボットへの没入度が一番高いと考える。

$$time(|\theta| \leq 45^\circ) \leq 2sec$$

$time(x)$ :  $x$  が真である連続時間



- Hear

被話者が対話エリア内にいる状態である。被話者は耳を傾けてロボットの話を聞いている状態と考える。この状態が被話者のロボットへの没入度が Listen の次に高いと考える。

- Ignore

被話者が対話エリア内にいない状態である。被話者がロボットの話を無視した、あるいは話の途中で対話エリアから立ち去ってしまったと考える。この状態が被話者のロボットへの没入度が一番低いと考える。

(表2)はロボットが提供した話題の種類と話題提供直後の被話者の状態を集計した結果を、撮影位置がロボット視点のとき(前半4日間)と環境視点のとき(後半4日間)に分けて示したものである。

	ロボット視点			環境視点		
	Ignore	hear	listen	Ignore	hear	listen
挨拶	11	6	4	5	14	8
秘密の話	0	2	0	0	0	1
雑談	4	26	41	2	6	23
私的知らせ	1	0	6	0	0	2
連絡	3	12	8	0	2	2
公的知らせ	2	7	4	0	7	2
研究の話	5	20	6	0	3	1

表2 実験中に提供された話題の種類と被話者の状態(件)

(図10)と(図11)は提供直後の被話者の状態の割合を、個体距離の話題(私的知らせ、雑談)と社会距離の話題(連絡、公的知らせ、研究の話)を比較したものをロボット視点(前半4日間)と環境視点(後半4日間)の期間に分けて示したものである。親密距離の話題(秘密の話)は提供件数が少なかったため以後省略する。個体距離の話題の方が社会距離の話題より、Listenの状態の被話者の割合が多いことが分かる。よって社会距離より個体距離で提供した話題の方が被話者の没入度が高いと考えられる。ロボット視点と環境視点で結果に差はなかった。

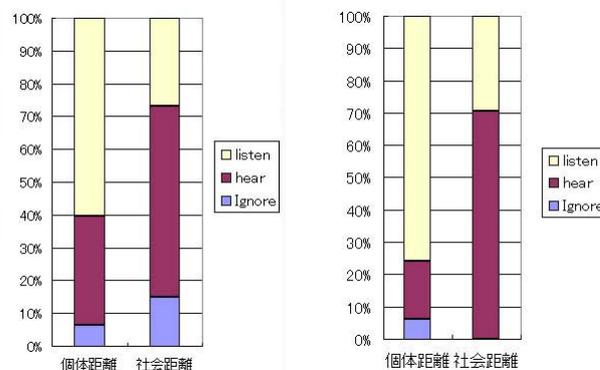


図10 ロボット視点のときの対人距離と被話者の状態(割合) 図11 環境視点のときの対人距離と被話者の状態(割合)

(図12)と(図13)は提供直後の被話者の状態の割合を、ロボットが被話者とアイコンタクトを行わずに提供した話題(挨拶)とアイコンタクトを行ってから提供した話題(私的知らせ、雑談、連絡、公的知らせ、研究の話)を比較したものをロボット視点(前半4日間)と環境視点(後半4日間)の期間に分けて示したものである。アイコンタクトありの話題の方が Listen 状態の被話者の割合が多く、アイコンタクトなしの話題の方が Ignore 状態の被話者が多いことが分かる。よってアイコンタクトを行ってから提供した話題の方が、被話者の没入度が高いと考えられる。

#### 4.3 話題提供前の状況

話題閲覧ツールによって撮影された映像を観察し、ロボットが話題を提供する前の状況を以下の2つのケースに分類した。

ケースA 被話者がロボットの話を聞くために対話エリア内にいる

ケースB 被話者が作業(他の成員と会話をする場合も含む)をするために対話エリア内にいる

続いて話題閲覧ツールによって撮影された映像を元に、実験期間中に提供された話題をケースAとケースBに分類した。その結果を個体距離の話題(私的知らせ、雑談)と社会距離の

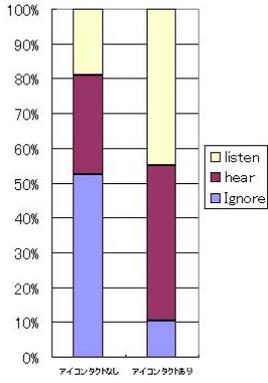


図 12 ロボット視点のときのアイコン接触の有無と被話者の状態 (割合)

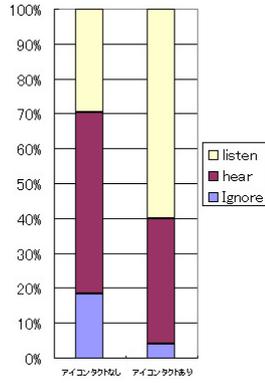


図 13 環境視点のときのアイコン接触の有無と被話者の状態 (割合)

話題 (連絡, 公的知らせ, 研究の話) で比較したものと, アイコン接触を行ってから提供した話題 (私的知らせ, 雑談, 連絡, 公的知らせ, 研究の話) と行わずに提供した話題 (挨拶) で比較したものを (図 14)(図 15) に示す。

(図 14) より, 社会距離の話題のときはケース B が多いのに対し, 対話距離の話題のときはケース A の方が圧倒的に多いことが分かった。これはロボットから社会距離のエリアで作業をする人多く, 逆に個体距離で作業をする人が少なかったためだと考えられる。

またアイコン接触なしで提供した話題はケース B の方が多かった図 (15)。

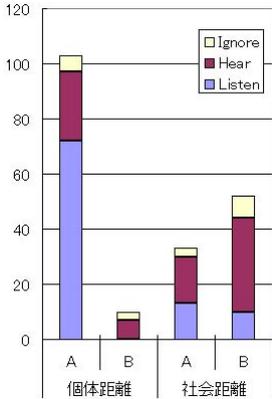


図 14 対人距離と話題提供前の状況 (件)

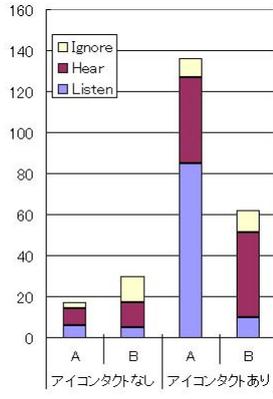


図 15 アイコン接触の有無と話題提供前の状況 (件)

また話題提供直後の被話者の状態の割合を, ケース A と B の状況で比較したものを (図 16) に示す。ケース A の方が被話者の状態が Listen である割合が高いことが分かる。よってケース A の方が被話者のロボットへの没入度が高いと考えられる。すなわち被話者が自分からロボットの話聞きに行く状況の多い話題の方が, 被話者の没入度が高いと考えられる。

#### 4.4 話題閲覧ツール未実装のときとの比較

ここで文献 [3] で話題閲覧ツールを実装する以前に, 今回と同様の実験を行った結果を示す (図 17)(図 18)。被験者は研究室の 20 代の学生 10 名, 実験期間は 7 日間である。

(図 10)(図 11) は (図 17) に比べて, 両視点の期間で個体距離で特に Listen の状態の被話者が多いことが分かる。これは個体距離の話題は提供前の状況がケース A が多かったためだと考えられる。すなわち被話者が自分からロボットに話を聞きに行く状

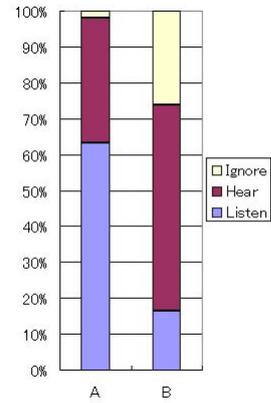


図 16 A と B の状況のときの被話者の状態 (割合)

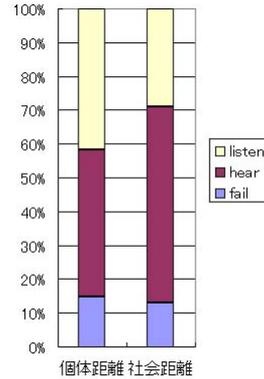


図 17 対人距離と話題提供直後の相手の状態 (割合)

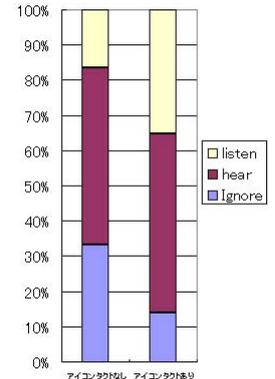


図 18 アイコン接触の有無と被話者の状態 (割合)

況の方がロボットへの没入度が高く, この状況のとき多くの被験者がロボットの方を向いて返答や笑うなどのリアクションを返していたためだと考えられる。

#### 4.5 アンケート結果

実験後被験者にアンケート調査を行なった。質問に当てはまる場合が 7, 当てはまらない場合が 1 の 7 段階尺度で答えてもらった。その中から話題閲覧ツールに関する項目の評価の平均値を示す (図 19)。



図 19 ロボット視点と環境視点に関するアンケート結果

まず被話者としての項目についてだが、個人差があるもののカメラ視点に関わらずにおいてロボットに返答やリアクションをした被験者が多かった(質問(1)(2)). ロボット視点のときはカメラを意識する被験者が多かった一方、環境視点のときはカメラを意識しない被験者が多かった(質問(3)). カメラを意識しても、映像を話題の投稿者が見ることまでは意識しない被験者が多かった(質問(4)). 質問(5)については周りに人がいないと返答するのに抵抗があるという意見があった。

続いて投稿者としての意見については、質問(6)(7)は個人差が大きかった。質問(10)(12)(13)については、ロボット視点と環境視点の間に有意差( $p < 0.05$ , 両側, t検定)が認められ、環境視点の映像ではロボットの様子やロボットの周りの様子が分かる一方、環境視点よりロボット視点の映像の方が、被話者の表情が見えるので面白いという意見が多く聞かれた。

#### 4.6 話題閲覧ツールと話題投稿の動機付け

話題閲覧ツールの話題投稿の動機付けへの影響を調べるために、アンケートの中から以下の質問項目について注目する(表3)。

- 質問 a 話題の投稿を積極的にした
- 質問 b 自分から話題を投稿したいと思った
- 質問 c 投稿した話題の提供映像を必ず見た(ロボ視点)
- 質問 d 投稿時に話題の提供映像を見たいと思った(ロボ視点)
- 質問 e 投稿した話題の提供映像を必ず見た(環境視点)
- 質問 f 投稿時に話題の提供映像を見たいと思った(環境視点)

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	平均	標準偏差
質問 a	1	3	7	1	3	5	6	4	3.8	2.2
質問 b	2	5	5	1	2	5	5	4	3.6	1.7
質問 c	2	5	7	3	2	7	7	5	4.8	2.2
質問 d	2	3	7	4	2	6	7	5	4.5	2.1
質問 e	2	5	3	1	2	7	7	3	3.8	2.3
質問 f	2	3	3	4	2	6	7	4	3.9	1.8

表3 積極性に関するアンケート結果

この結果の話題投稿の積極性に関する質問(a, b)の評価の合計と、提供映像の閲覧の積極性に関する質問(c, d, e, f)の評価の合計との間に強い相関(相関係数 0.84)が見られた。ゆえに話題を積極的に投稿する被験者は話題の提供映像を積極的に閲覧する傾向があったと考えられる。

#### 4.7 考察

多くの被話者がロボットの話題に対してリアクションを返しており、話題提供映像を見るのは楽しかったという意見が被験者から多く聞かれた。このことから話題閲覧ツールが話題投稿の動機付けになることが期待される。しかし話題投稿に消極的な被験者は話題の提供映像の閲覧にも消極的な傾向があり、このような成員の動機付けの問題は今後の課題である。

カメラの位置についてはロボット視点の面白かったという意見が多く、ロボット視点のような被話者の表情がよく確認できるようなアングルが好ましいと考えられる。

話題提供前の状況から自分からロボットの所に話題を聞きに行くような場合の方が被話者の没入度が高かったことから、最後まで聞いて欲しいような話題は、個体距離のときや被話者が

ロボットの方に体を向けているときに提供するのが有効であると考えられる。

## 5. まとめ

本研究ではコミュニティにおいて成員同士の対話を促進させることを目標として、日常的に話題を成員に提供するロボットと成員が話題を作成するための話題の Web 上から話題の投稿ツールを提案・実装した。さらに成員が話題を投稿する動機付けの問題を解決するために、Web 上からロボットが話題を提供する場面の映像を閲覧するツールを実装した。そして研究室を対象コミュニティとして実験を行ったところ、多くの被験者がロボットに対して返答やリアクションをし、話題閲覧ツールでそれを確認していたことを確認した。また話題閲覧ツールを2つのカメラ視点で実装し比較検討したところ、環境視点で撮影するよりもロボット視点で撮影した方が、撮影しているカメラを意識するといった意見や、表情が見れるので映像が面白いといった意見が聞かれた。

今後の課題として、まず話題の種類に対する適切な話題の提供方法(対人距離、アイコンタクトの有無、体の向き、周りの状況等)の検討が挙げられる。また話題閲覧ツールで撮影された映像を観察すると、ロボットの話題に対して被話者だけでなく側にいる別の成員もリアクションを返している場面が多く見られた。このことから話題提供ロボットがコミュニケーション手段になっていると考えられる。今後は成員同士の対話に繋がるような話題提供方法についても検討したい。

## 文献

- [1] 小野哲雄, “インタラクションにおけるカップリングと知能” 人工知能学会誌, Vol.21, No.6, pp.662-678, 2006.11.
- [2] Takayuki Kanda, Takayuki Hirano, Daniel Eaton, and Hiroshi Ishiguro, “Person Identification and Interaction of Social Robots by Using Wireless Tags”, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2003), pp.1657-1664, 2003.
- [3] 塚本 潤, 平野 靖, 梶田将司, 間瀬 健二, “話題提供ロボットを用いたコミュニティコミュニケーション” 第21回人工知能学会全国大会, 2D5-1, 2007.6.
- [4] 佐竹 聡, 川島 英之, 今井 倫太, “ニュースコンテンツ提示ロボットにおけるユーザ興味を考慮したコンテンツ選択手法” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.105, No.171, pp.119-124, 2005.7.
- [5] 今井 倫太, “ヒューマンロボットインタラクションにおける没入の実現” 人工知能学会誌, Vol.21, No.6, pp.669-674, 2006.11.
- [6] E.T.Hall, The Hidden Dimension. DoubleDay Publishing, 1966.
- [7] 角 康之, 間瀬 健二, “エージェントサロン, パーソナルエージェント同士のおしゃべりを利用した出会いと対話の促進”, 電子情報通信学会論文誌 D-I.
- [8] 光永法明, クリスチャンスミス, 神田崇行, 石黒浩, 萩田紀博, “方策勾配型強化学習によるロボットの対人行動の個人適応”, 日本ロボット学会誌, Vol. 24, No. 7, pp.820-829, 2006.
- [9] Paul Viola and Michael J.Jones, “Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features”, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.511-518(2001).
- [10] 超音波3次元位置測定システム, <http://www.furukawakk.jp/products/ZPS.2.html>.
- [11] 普及版日常活動型ロボット RobovieR ver2, <http://www.atr-robo.com/product/r2/robo-r2.html>.