

吹き出し型入力フォームの形状の違いによる ユーザと身体化エージェントとの視点共有の変化

鈴木 聡^{†,††} 武田 英明^{††,†††}

† 東京工業大学 大学院総合理工学研究科 知能システム科学専攻 〒226-8502 横浜市緑区長津田町 4259(J2-53)
†† 国立情報学研究所 〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2
††† 東京大学 人工物工学研究センター 〒277-8568 千葉県柏市柏の葉 5-1-5
E-mail: †ssv@ntt.dis.titech.ac.jp, ††takeda@nii.ac.jp

あらまし 人間の日常的な社会活動の中で他者との視点の共有が必要な場面は多いが、認知的制約や態度の違いがこれを難しくすることが多い。本研究では、ユーザと社会的な他者としての身体化エージェントとの視点共有が、入力フォームとしての吹き出しの形状の違いによりいかに変化するかを実験を通じて考察する。実験参加者 ($N = 39$) は (1) 発話の風船による身体化エージェントの発話内容を読むのみ (2) 身体化エージェントの発する発話の風船の内容を予測し入力する (3) 内省の風船の内容を予測し入力する、のいずれかを行った。この結果、身体化エージェントが発する内省の風船の内容をユーザが予測し、入力することでユーザと身体化エージェントとの視点共有が進むことが示唆された。以上をまとめて、実験環境と現実問題との摺り合わせ、参加者の実験環境に対する理解の程度から身体化エージェントによるユーザと他者との視点共有のためのテクノロジーの可能性について論じる。

キーワード 身体化エージェント、身体表現、吹き出し (発話の風船 / 内省の風船)、視点共有、説得するテクノロジー

Perspective sharing change between a user and an embodied agent by shape of a speech/thought balloon as an input form

Satoshi V. SUZUKI^{†,††} and Hideaki TAKEDA^{††,†††}

† DCISS,IGSSE,Tokyo Institute of Technology J2-53 Nagatsuta 4259, Midori-ku, Yokohama 226-8502, Japan
†† National Institute of Informatics Hitotsubashi 2-1-2, Chiyoda, Tokyo 101-8430, Japan
††† RACE, The University of Tokyo Kashiwanoha 5-1-5, Kashiwa, Chiba 277-8568, Japan
E-mail: †ssv@ntt.dis.titech.ac.jp, ††takeda@nii.ac.jp

Abstract Perspective sharing with others is often needed in human ordinary social activity, but human cognitive constraints and difference of attitude between people make it difficult. In this study, how shape of speech/thought balloon changes perspective sharing between a user and an embodied agent as a social actor is discussed through an experiment. In the experiment, participants ($N = 39$) tried to either of these task: reading thought balloon emitted from an embodied agent, or filling in either a speech balloon or a thought balloon with predicting its content. As a result, it is suggested that filling in a blank thought balloon promoted the user to accept perspective of the embodied agent. Consequently, embodied agent technology for perspective sharing between a user and others is argued through comparison between experimental environment and practical problems and degree of participants' understanding of experimental environment.

Key words embodied agent, body expression, speech/thought balloon, perspective sharing, persuasive technology

1. はじめに

人間が社会的に生活を営む上で、他者との視点の共有により問題解決を図ろうとする場面は多い。2者間で争いが存在する

場合、互いの視点の共有により「相手にとって利益・不利益になることは何か」を理解した上で争いの解決手段が模索されると考えられる。たとえばインタフェースデザインにおいて、デザイナーがユーザの視点に立つべくユーザのパーソナルビューを

構築したり [1], 集団思考から脱却すべく, 集団で出した解について反対意見を述べる者の視点に立ち, 想定される反対意見を考えることで解の洗練を試みたりする (Janis [2], 蜂屋 [3] など), といった場面で他者との視点の共有が求められる。しかし, 他者との視点の共有には認知的制約や態度の違いにより, 問題解決に必要なレベルの視点の共有が難しい場合がある。このため, 他者との視点の共有を促す環境をいかにデザインするかを模索する必要があると考えられる。

他者としての身体化エージェント (以下「エージェント」と略) との視点共有を促すものとして, エージェントの発話, ないし内省を入力する吹き出しに本研究では注目する。エージェントの研究やアプリケーションの例は近年増加している (Cassell ら [4], Prendinger ら [5] など)。また, エージェントの身体表現がユーザに及ぼす影響についての研究も進められている (Takeuchi ら [6], 鈴木・山田 [7] など) が, いまだ不明な点も多く, またこれらの知見を踏まえた応用事例も少ない。今回注目した吹き出しは厳密にはエージェントの身体の一部ではないが, 古くから絵画や漫画の中の人物の発話, ないし内省を表す手法として使われてきている [8]。また, 吹き出しには様々な形態があるものの, 描かれた人物の発話を表すもの, そして内省を表すものに大きく二分できる [9]。本論文では, 前者を「発話の風船 (speech balloon)」, 後者を「内省の風船 (thought balloon)」と呼ぶことにする。この 2 種類の吹き出しが入力フォームとしてエージェントの発話, ないし内省をユーザが予測し, 入力する際に用いられた時のユーザの視点共有の変化について本研究では実験を通じて確かめた。

2. 関連研究

2.1 身体化エージェントの発話

エージェントの発話を表すメディアとして音声を用いられることもある [4], [5] が, 吹き出しを伴うもの (Microsoft Agent など), また吹き出しのみのもの (ComicDiary [10] など) も多い。しかし, 吹き出しの形状がもつ意味について言及している研究はない。また, 内省の風船が表す内省を音声のみで表すのは困難である。これらのことから, 発話の風船と内省の風船の違いを検証することは重要といえる。なお, 本研究で行った実験では音声は用いず, エージェントの発話はすべて吹き出し中のテキストのみによってなされた。

2.2 他者との視点共有を促す試み

吹き出しを入力フォームとして物語の登場人物との視点共有を促す試みは大森 [11] の作文技術教育などにみられるが, 発話の風船と内省の風船の違いを実証している研究はまだ存在しない。そして, 他者との視点共有に関する心理実験の多くは主として言語による教示によりカバーストーリーが与えられる形になっており (Hinds [12], 森田・三輪 [13] など), グラフィカルな手がかりによる影響について調べた研究は少ないと考えられる。また, 画面の中のエージェントが背中を向けることによりユーザとエージェントの仮想空間内での視点共有を行った試みもある [14], [15] が, これにより概念としての視点共有をユーザに誘発したかどうかは明らかでない。入力フォームとしての内

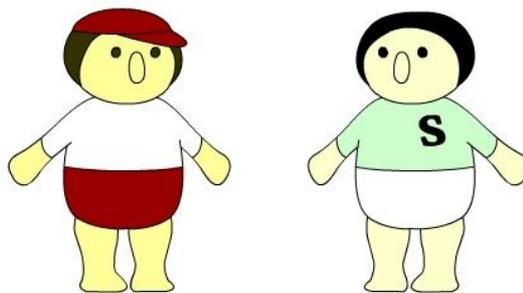


図 1 実験で登場したパートナーエージェント (左) とノンパートナーエージェント (右)



図 2 物体探索課題におけるエージェントからのアドバイスの例

省の風船が, ユーザと内省の風船を発しているエージェントとの概念としての視点共有を誘発するかどうかを本研究では検証する。

3. 本研究の目的

ユーザがエージェントの発している発話の風船の内容を埋める場合, その内容の判断材料の多くは発話の文脈になることが多く, ユーザとエージェントの視点共有はなされにくいと考えられる。これに対し, 内省の風船の内容を埋める場合, その内容の判断にあたりエージェントの内部状態の推測が誘発されると考えられ, ここでユーザとエージェントの視点共有がなされるとみられる。この差は, 発話の風船の内容は画面に登場している他のエージェントに伝わることを前提となることにに対し, 内省の風船の内容はこの前提がなく, 他のエージェントに伝えられない本音は何かをユーザが考えることがあるために生まれると思われる。

本研究では, 以上の議論から次の仮説を検証する:
仮説 エージェントが発する入力フォームとしての内省の風船の内容の予測と入力により, ユーザとエージェントの視点共有が促される。

この仮説を踏まえ, 入力フォームとしての吹き出しの形状の違いがユーザとエージェントの視点共有にどのように影響するのを実験を通じて確かめた。

4. 実験

4.1 実験計画

身体化エージェントの発話の入力フォームとして発話の風船を用いる SB 条件, 内省の入力フォームとして内省の風船を用いる TB 条件, そして身体化エージェントの発話の入力も内省

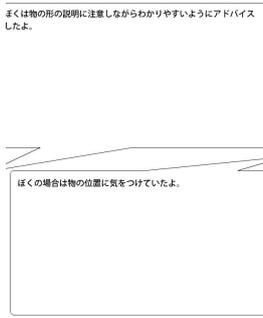


図 3 NB 条件における NPA の評価前の発話

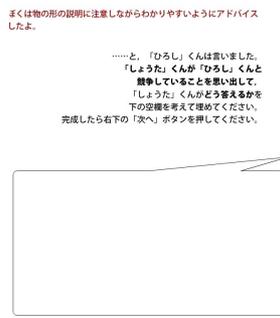


図 4 NPA の発話の風船型入力フォーム



図 5 NPA の内省の風船型入力フォーム

	ひろし	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
S	しょうた	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

図 6 PA, NPA に対する得点分配マトリックス (上が PA の得点, 下が NPA の得点)

の入力も求めない NB 条件の 3 実験条件を各水準とする 1 要因 (被験者間要因) の実験計画とした。

4.2 参加者

43 名の大学生, 大学院生, PD 研究員が参加し, 前述の 3 実験条件にランダムに割り振られた。しかし, 実験手順の不手際により 3 名, 事後の質問紙の記述の中で実験の意図が読み取れていたと思われる 1 名を分析対象から外した。その結果 NB 条件, SB 条件, TB 条件各 13 名が分析対象となった。分析対象となった 40 名の平均年齢は 22.92 歳 (標準偏差 3.56 歳), 男性 20 名, 女性 19 名であった。参加者の PC 利用歴の最小値は最低 10 ヶ月, 利用頻度の最小値は週 3 回であった。

4.3 手順

この実験は大きく 2 つの課題に分けられる。最初に参加者のパートナーとなる図 1 左のパートナーエージェント (partner agent, PA, 実験の教示の中では「ひろし」と名づけられた) とインタラクトする課題, 次に写真の中から指示された物体を探す物体探索課題が行われた。

まず参加者にはこの実験が「オブジェクト探索課題における助言の効果」であると告げられた。そして, 参加者にはまず物体探索課題で PA が参加者のパートナーとして働く, として PA との親和性を高めるため, 竹内ら [16] の先行研究に基づき 2 枚の写真のうち, どちらの写真が好みかをまず参加者が選択し, この回答に対し PA が参加者と同じ写真が好みであることを告げた。これを 3 組の写真 (猫, おもちゃ, 海辺) について行った。

次に物体探索課題を行った。この際, PA の競争相手のエージェントとして図 1 右のノンパートナーエージェント (non-partner agent, NPA, 実験の教示の中では「しょうた」と名づけられた) が紹介された。ここでは写真の中からある物体を探すように参加者は指示され, この物体の探索に関するアドバイスが PA, NPA いずれかから提示された (図 2 は PA の例)。アドバイスは 1 個の物体につき 3 個存在し, 最初の 2 個は物体そのものの特徴について, 最後の 1 個は物体の位置やメディア (カードの中に描かれている, など) についてのアドバイスとした。最初の 1 個は探索開始直後, 残りの 2 個はそれぞれ開始

20 秒後, 40 秒後に提示されるようにした。これはできるだけエージェントのアドバイスをユーザが頼りにするようになるためである。探索時間が 2 分を超えた場合, 探索している物体の位置を指し示し, すぐ解答できるようにした。物体探索課題は 4 枚の写真について行われ, 1 枚の写真につき 4 個の物体を探す形にした。1 個の物体につき PA, NPA いずれかが交代でアドバイスを担当する形としたが, 担当順, そして探索する物体の提示順はカウンターバランスをとった。写真はウィック [17] の中から 4 枚が選ばれた。

各写真について 4 個すべての物体探索課題が終了した後, 参加者は各エージェントの評価を行った。この評価の前に, 2 体のエージェントはそれぞれ何に注意してアドバイスを行ったかについて述べる機会が設けられたが, ここで各実験条件について形式を変更した。まず, どの実験条件においても PA は何に注意してアドバイスしたかについて述べた。これを受けて PA と NPA が競争している, という状況を踏まえ, NB 条件では図 3NPA も同様に述べた。これに対し, SB 条件では NPA が何を答えるかについて予測し, 発話の風船型の入力フォーム (図 4) に, TB 条件では NPA が何を思うかについて予測し, 内省の風船型の入力フォーム (図 5) にそれぞれ内容を入力するよう求められた。吹き出しの入力フォーム部分については発話の風船, 内省の風船とも同じ大きさ, 同じフォントサイズになるようにした。この後, 先行研究 [18] に基づき, 図 6 のマトリックスから 1 列を選ぶ形で, 15 点を各エージェントに配分するという形式でエージェントのアドバイスに対する評価が行われた。また, この得点の大小によりエージェントからのアドバイスの質が変わる, と評価の際に参加者は教示された。

4 枚の写真について物体探索課題と 2 体のエージェントに対する評価が終わった後, 参加者は内省報告など質問紙に記入し, 退室した。

実験環境の実装は Macromedia Flash (プロジェクタとしてファイル書き出し) を用い, ノート PC (OS は Windows XP) 上で 1024 × 768 の解像度で全画面表示した上でを行い, 測定データは実験終了後に WWW を介して CGI プログラムにより収

表 2 吹き出しの内容の語数の条件ごとの平均値（括弧内は標準偏差）と検定結果

	SB 条件 (n = 13)	TB 条件 (n = 13)	t(24)の 値(注)
1 枚目	5.08 (2.33)	8.77 (4.00)	2.88 **
2 枚目	5.08 (2.84)	5.54 (2.18)	0.464
3 枚目	5.77 (1.69)	6.61 (3.17)	0.847
4 枚目	6.00 (3.19)	6.15 (3.31)	0.121

(注)3 枚目は 2 条件間で分散の差が有意のため、Welch 検定 (d.f. = 18.3) を行った。

** : $p < .01$

集された。

4.4 測定値と予測

測定値は以下のものを用いた：

NPA に対する評価 各写真について物体探索が終了した後、NPA に配分された点数が測定対象とした。

吹き出し型入力フォームの内容の語数 入力された吹き出しの内容の長さについて、文節に区切り、語数の値とした。

そしてこれらの値について 3 節の議論から、TB 条件の方が他の条件より参加者が NPA に対する視点共有を行いやすくなることで NPA 側の視点の理解につながり、NPA に対しても評価を高めることになると考えられるため、

予測 1 TB 条件の方が他の条件より NPA に対する評価が高くなる。

予測 2 TB 条件の方が他の条件より吹き出し型入力フォームの内容の長さが長くなる。

と予測した。

5. 結 果

5.1 ノンパートナーエージェントに対する評価

各写真における条件ごとの NPA に対する評価の値について表 1 にまとめた。SB 条件のみ 4 枚目では減少したものの課題が進むにつれ NPA に対する評価が増加しているのに対し、他の条件では減少していることが読み取れる。1 要因分散分析の結果、1 枚目から 3 枚目における評価では各条件とも有意差がみられなかったが、4 枚目については各条件間の評価の差について主効果が有意であった。多重比較の結果、SB 条件の方が TB 条件より有意に評価値が大きかった。

5.2 吹き出しの内容の語数

各写真における条件ごとの吹き出し型入力フォームに入力された内容の語数について表 2 にまとめた。SB 条件と TB 条件の間のこの差について t 検定を行うと、1 枚目のみ TB 条件の方が SB 条件より有意に多かった。しかし、2 枚目以降については有意な差がみられなかった。

6. 考 察

6.1 吹き出しの形状による視点共有の差

5.1 節の結果より、予測 1 に反して、SB 条件の方が TB 条件より NPA に対する評価が高くなった。この結果が起こった

原因として、実験の環境設定について参加者に十分伝わっていなかったことが挙げられる。

まず、先行研究 [18] の結果を考えると、NPA は参加者に対して違う集団からの社会的存在であるから、NPA に対する評価は 7-8 点という五分五分の値ではなくより低くなるはずであった。このことから、PA を参加者が同じ集団にいるとみなしていなかったと考えられる。たとえば、最初の 2 枚の写真の好みを選ぶ課題の中で NPA も登場し、参加者が選択した写真とは違う写真が好みであると述べれば、NPA が参加者と違う集団にいるエージェントとみなした可能性もある。

また、PA と NPA が対立しているという点も最初の教示や吹き出しの内容入力の際にも繰り返し参加者に伝えられたものの、評価としては TB 条件以外でははっきりと反映されなかった。ここで吹き出しの内容についてであるが、たとえば 1 枚目の写真についての課題終了後の場合、PA は自身のアドバイスについて「ぼくは物の形の説明に注意しながらわかりやすいようにアドバイスしたよ」と発言したが、これに対して SB 条件の参加者は「周りにあるものや位置に注意しながらアドバイスしたよ」「僕は物の隠れている場所を直接アドバイスしたよ」などといった内容を発話の風船に入力し、事後の質問紙における「課題の中に空欄を埋めるというものがありませんが、あなたはどのような考えに基づいて空欄を埋めようと思いましたか?」という質問に対しても「ひろしくん (PA) と同じような (似たような) ことを書けるようにした」などと回答した参加者が多かった。これに対し、TB 条件をみても、SB 条件の参加者と変わらない内容で内省の風船の入力をしていた参加者もいたが「探すものは分かっているから、物がどんなポーズをしていたり、この絵の中にある物の特徴を教えなければ意味がないじゃん」「物の形はみんな知っているのだから、まず最初に説明すべきは形ではなく、場所をほうがわかりやすいのではないか」などといったように、3 節で議論したように内省の風船で現れると予測された、PA の目の前での発言が難しいであろう本音と思われる内容が含まれた。また、前述の質問についても「自分が本人になったつもりで、いかに自分が分かりやすかったか、というアピールをする」などと答えていた参加者がいた。この点については、この実験の仮説を知らない判定者による印象評定を行うなどして詳細に調べたいが、いずれにせよ TB 条件の参加者は NPA が発する内省の風船を埋めるプロセスの中で、NPA が参加者と違う集団にいるエージェントであることを念頭に置いていた可能性があると考えられる。

そして、吹き出しの内容の長さについてであるが、1 枚目のみ TB 条件の方が SB 条件より長くなっているものの、2 枚目以降については差がなくなっていた。これは物体探索課題の負担が大きく、疲労の効果の影響があることも考えられる。それでも、前述のような内省の風船独特の内容が含まれている点に吹き出しの形状の違いが現れている可能性があるため、詳細に調べたい。

以上を総合すると

- 参加者にとって物体探索課題は負担の大きい課題であった
- 物体探索課題におけるエージェントによる助言の評価と

表 1 NPA に対する評価の条件ごとの平均値 (括弧内は標準偏差) と検定結果

	NB 条件 (<i>n</i> = 13)	SB 条件 (<i>n</i> = 13)	TB 条件 (<i>n</i> = 13)	<i>F</i> (2, 36) の値
1 枚目	8.38 (3.07)	7.00 (3.08)	8.08 (2.47)	0.825
2 枚目	7.38 (2.06)	7.85 (2.23)	7.15 (3.26)	0.244
3 枚目	7.77 (2.20)	8.54 (2.30)	6.92 (2.90)	1.37
4 枚目	7.23 (1.36)	8.23 ^a (1.42)	6.77 ^a (1.59)	3.40 *

*: $p < .05$ ^a: Holm の方法による多重比較で $p < .05$ で差が有意

吹き出しの入力という課題が直接結びつきにくく、参加者からみて課題全体の見通しがよくないと思われた

といった点があり、参加者にとって課題の目的がつかみにくかったことが考えられる。エージェント間の社会的関係の定義や、エージェントの思考や行動の説明をユーザの負担にならない程度に増やすこと、そして発話の風船と思考の風船の使い分けにより他のエージェントに伝わる情報と伝わらない情報があることをユーザが学習する段階を充実させる必要があると考えられる。

6.2 身体化エージェントというメディアと吹き出し

今回の実験に限らず、身体化エージェントは PC などの上で動かすプログラムにより制御される。このようなメディアの特徴のひとつが対話性 (interactivity) である [19]。今回の実験では、PA とのインタラクションにこのような対話性の要素を組み込んだのみで、前述の通りこれにより PA と NPA の区別がはっきりと現れたわけではない。また、ほかに対話性が生かされている場面がなく、対話的な要素が明示的に組み込まれていないメディア (漫画など) との差があるとはいいたい面もある。このため、対話性のあるメディアだからこそ存在しうる吹き出しの形状の違いについて本研究では追求できていない。しかし、この追求の前提になるのも、6.1 節で議論したように各エージェントのおかれた状況やユーザ自身との関係がどのようなものかができるだけ設計者の意図通りにユーザに伝わっているかどうかであると考えられる。

6.3 今後の応用に向けて

今回の実験では結果として、NPA というユーザの「敵」にあたるエージェントを NPA から発せられた内省の風船の内容を埋めることで NPA を「敵」と思い込むことができてしまった、という見方も可能である。しかし、今後の応用を考えた際、たとえば社会的に弱者の立場の役割のエージェントとの視点共有を行うことでそのような社会的弱者の理解につながるためのインタフェースの設計ができる可能性もある。実際、エージェントは現れないが、他者との視点共有が必要とされる場面が人間の社会的生活の中でも多く、視点共有のためのテクノロジーが必要とされていることについてはすでに 1 節でもとりあげた。このことから、現実問題に近い応用場面をとりあげ、内省の風船によるユーザとエージェントの視点共有を行う試みも今後行う必要がある。

7. ま と め

本研究では、内省の風船という視覚表現を手がかりに、ユーザとエージェントの視点共有について実験を通じて考察した。本研究の問題設定や結果は必ずしもユーザの利益に直接結びつくものとはいえないが、現実問題とのすり合わせや実験室実験以外への応用を通じこの知見を洗練し、ユーザとエージェントの視点共有のためのテクノロジーを実現することが今後の研究目標となると考えられる。

文 献

- [1] D.A. Norman, "Cognitive artifacts," in *Designing interaction: Psychology at the human-computer interface*, ed. J.M. Carroll, pp.17-38, Cambridge University Press, Cambridge, 1991.
- [2] I.L. Janis, *Groupthink: Psychological Studies of Policy Decisions and Fiascoes*, Houghton Mifflin Company, Boston, MA 2nd edition, 1982.
- [3] 蜂屋良彦, 集団の賢さと愚かさ: 小集団リーダーシップ研究, ミネルヴァ書房, 京都, 1999.
- [4] J. Cassell, J. Sullivan, S. Prevost, and E. Churchill, eds., *Embodied Conversational Agents*, MIT Press, Cambridge, MA, 2000.
- [5] H. Prendinger, and M. Ishizuka, *Life-Like Characters: Tools, Affective Functions, and Applications*, Springer, Berlin, 2004.
- [6] Y. Takeuchi, K. Watanabe, and Y. Katagiri, "Social identification of embodied interactive agent," *Proceedings of the 13th International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (ROMAN-2004)*, Kurashiki, Japan, 2004.
- [7] 鈴木聡, 山田誠二, "擬人化エージェントによるオーバーハードコミュニケーションのユーザの態度への影響," *情報処理学会論文誌*, vol.46, no.4, pp.1093-1100, 2005.
- [8] ジェラルド・ブランシャール, 窪田般弥 (訳), *劇画の歴史*, 河出書房新社, 東京, 1974.
- [9] R.P. Harrison, *The cartoon: Communication to the quick*, Sage, Beverly Hills, CA, 1981.
- [10] R. Sakamoto, K. Nakao, Y. Sumi, and K. Mase, "Comic Diary: Representing individual experiences in comics style," *Proceedings of the 25th International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH 2001)*, Aug. 2001.
- [11] 大森修, *描写力を鍛える*, 明治図書出版, 東京, 1994.
- [12] P.J. Hinds, "The curse of expertise: The effects of expertise and debiasing methods on predictions of novice performance," *Journal of Experimental Psychology: Applied*, vol.5, no.2, pp.205-221, 1999.
- [13] 森田純哉, 三輪和久, "異なる他者の視点を取ることに伴う問題解決の変化: 類推の枠組みに即した検討," *認知科学*, vol.12, no.4, pp.355-371, 2005.
- [14] M. Okamoto, K. Okamoto, Y.I. Nakano, and T. Nishida,

“Supporting the creation of immersive CG contents with enhanced user involvement,” Proceedings of the Symposium on Conversational Informatics for Supporting Social Intelligence and Interaction — Situational and Environmental Information Enforcing Involvement in Conversation, AISB’05: Social Intelligence and Interaction in Animals, Robots and Agents, pp.87–96, Hatfield, UK, 2005.

- [15] 鈴木聡, 武田英明, “ユーザと身体化対話エージェントとの身体方向一致による 2 者間の同一集団意識の誘発,” 日本認知科学会第 22 回大会論文集, pp.148–149, 2005.
- [16] 竹内勇剛, 片桐恭弘, “ユーザの社会性に基づくエージェントに対する同調反応の誘発,” 情報処理学会論文誌, vol.41, no.5, pp.1257–1266, 2000.
- [17] ウォルター・ウィック, 糸井重里 (訳), チャレンジ ミッケ! 1 おもちゃばこ, 小学館, 東京, 2006.
- [18] H. Tajfel, M.G. Billig, R.P. Bundy, and C. Flament, “Social categorization and intergroup behavior,” European Journal of Social Psychology, vol.1, pp.149–177, 1971.
- [19] B.J. Fogg, Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, CA, 2003.

謝辞 本実験の実施にご協力いただいた国際基督教大学, 東京工業大学, 北陸先端科学技術大学院大学, 早稲田大学の皆さん, そして本論文執筆にあたり参考資料をご紹介いただいた ATR の松本信義さんに深く感謝いたします。