

エージェントの現れるメディアの差異がユーザに与える影響 —エージェントとの「しりとりゲーム」による実験的考察—

安部 ゆかり[†] 小松 孝徳[‡]

[†] 公立ほこだて未来大学システム情報科学部 〒041-8655 北海道函館市亀田中野町 116-2

[‡] 信州大学ファイバーナノテク国際若手研究者育成拠点 〒386-0016 長野県上田市常田 3-15-1

E-mail: [†] m1204090@fun.ac.jp, [‡] tkomat@shinshu-u.ac.jp

あらまし 人間とエージェントのインタラクションにおいて、エージェントが現れるメディアの差異がユーザに与える影響について検証した。具体的には、エージェントが物理的実体を持つロボットである場合と、ディスプレイに仮想的に表示されるCGである場合とで、エージェントから「しりとりゲーム」をもちかけられた際のユーザの反応にどのような影響が現れるかを実験によって調査した。その結果、被験者はエージェントの形態が実体であるロボットの場合に、「しりとりゲーム」への高い応答率を示していたことが明らかになった。

キーワード ヒューマンエージェントインタラクション, 実体と仮想

Effects of Agents' Different Media on Users' Impressions —Experimental Investigation by means of “Shiritori” Game with Agent—

Yukari Abe[†] and Takanori Komatsu[†]

[†] School of Systems Information Science, Future University-Hakodate 116-2 Kamedanakano, Hakodate-shi, Hokkaido, 041-8655 Japan

[‡] Fiber-Nanotech Young Researcher Empowerment Center, Shinshu University 3-15-1 Tsuneta, Ueda-shi, Nagano, 386-0016 Japan

E-mail: [†] m1204090@fun.ac.jp, [‡] tkomat@shinshu-u.ac.jp

Abstract In this paper, we investigated how the agents' different medias affect the humans' impressions in the interaction between human and agent. Concretely, we investigated the participants' behavioral reactions when one of the two types of agents said to them such as “let's play Shiritori with me”; One agent is a robot having physical substance, and the other is a CG appearing in the computer display. The results showed that the participants facing to the robot agent showed significantly higher rate for responding to the “Shiritori” game.

Keyword Human-Agent Interaction, real and virtual

1. はじめに

近年、ロボットやエージェントなど人間とインタラクションを行うことができる様々な人工物が開発されており、それらを一般家庭に導入する試みが注目されている。このようなエージェントなどが家族の一員として家庭に溶け込むためには、人間との関係をいかに円滑に構築するかが重要となる。しかし現在、人間とエージェントのインタラクションに関しては様々な研究が行われているが[1,2,3]それはまだ人間と人間の間に見られるようなコミュニケーションを人間と人工物の間に実現できているとは言い難い。例えば、人間同士のインタラクションにおいては、相手の目や相手の方向を見ずに対話することや、対話している時間より

も沈黙の時間の方が長いことがあるが、このようなインタラクションは人間とエージェントとの間では未だ実現されていないと考えられる。また、人間同士のインタラクションにおいては、相手と同じ部屋の中にいる場合、対話をしていなくとも動きや気配を察知できる。また、電話やビデオチャットなどに比べ、対面対話のほうがスムーズなインタラクションが行われる。これらに関して我々は、インタラクションの相手が物理的実体をともなって同一物理空間に存在することの重要性に着目した。エージェントの物理的実体に関して、Komatsu et al. はエージェントが物理的実体を持っているか否かよりも、被験者がエージェントのインタラクション機能を経験したか否かが、被験者のエー

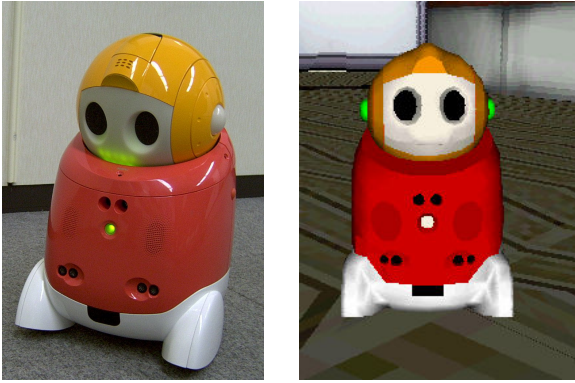


図 1 : PaPeRo ロボット (左), CG PaPeRo (右)

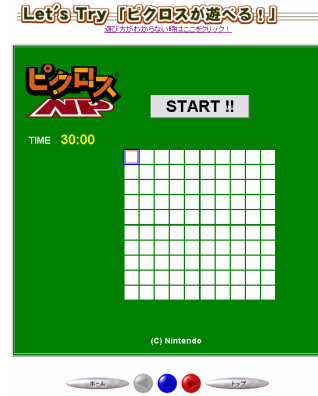


図 2 : ピクロスゲーム

エージェントに対する印象に及ぼす影響について重要であると報告している[4]。しかしその研究では、被験者とエージェントとのインタラクションが限定的であったために、継続的なインタラクションによって構成される日常的なインタラクションの状態を再現できていないと考えられた。

そこで本研究では、インタラクションの対象となるエージェントが物理的実体を持ったロボットであるか、ディスプレイに仮想的に表示される CG であるかといったメディアの差異が、人間とエージェントとの継続的なインタラクションにどのような影響を及ぼすかを調査する実験を行った。

2. 実験

2.1. 実験概要

実験には、NEC 社製の PaPeRo ロボット (図 1 左) [5]およびその制御ソフト兼シミュレータである NEC 社製 RoboStudio[6]を用いた。RoboStudio で作成したシナリオを PaPeRo ロボットおよび PC に実装することにより、物理的実体である PaPeRo ロボットとディスプレイに仮想的に表示される CG の PaPeRo (以下、CG PaPeRo, 図 1 右) の両方に全く同等のインタラクション機能を持たせることが可能となる。また、小松らは、同じ情報であってもその情報を表出するエージェントの外見が異なると、その情報が必ずしも同じ意味として解釈されないということを報告している[7]。このことから、エージェントの外見に実体と仮想という部分以外で差が出ないようにした。

また、実験では被験者に実験のタスクに関しての先入観を持たせないために、エージェントとのインタラクションの内容について検証する実験であることを伏せ、ダミータスクを行ってもらった。ダミータスクとしてはインターネットで公開されているピクロスゲーム[8]を採用した (図 2)。具体的には、被験者がピクロスゲームを行っている間にエージェントがしりとりゲームを持ちかけ、その際の被験者の対応について検証

した。

2.2. 被験者

実験には、実験者の被験者募集に応じた大学生 20 人 (男性 14 人, 女性 6 人: 19 - 23 歳) が参加した。これらの被験者は無作為に以下の二つの実験群のいずれかに配置された。

- Group1 (10 人) : PaPeRo ロボットとインタラクションを行うグループ。
- Group2 (10 人) : CG PaPeRo とインタラクションを行うグループ。

2.3. 実験環境

実験は、公立はこだて未来大学の実験室にて実施された。図 3 に実験環境を示す。実験室はパーティションによって二つに分けられ、被験者は図 3 上部のスペースに配置される。被験者の前には、ダミータスクを行ってもらうためのラップトップ PC を設置した。また被験者の後方には、実験の様子を記録するためにデジタルビデオカメラを設置した。また、実験群に合わせて、Group1 の被験者の前には PaPeRo ロボットを設置し、Group2 の被験者の前には CG PaPeRo を表示するためのディスプレイおよびスピーカ、マイクを設置した。

また、図 3 下部のスペースでは実験者が配置され Wizard of Oz によってエージェントを操作することで、エージェントから適切な発話が被験者に与えられるように設定した。

2.4. 実験手順

1. 被験者に「この実験の目的は、ピクロスゲームを行っている間のマウスの動きの解析をすることです」と教示する。
2. ピクロスゲームの制限時間を 20 分とし、「制限時間の開始と終了はエージェントが合図するので、それに従うように」と被験者に教示する。
3. ピクロスゲームの開始の合図として、エージェントが以下のように発話する:「初めまして、

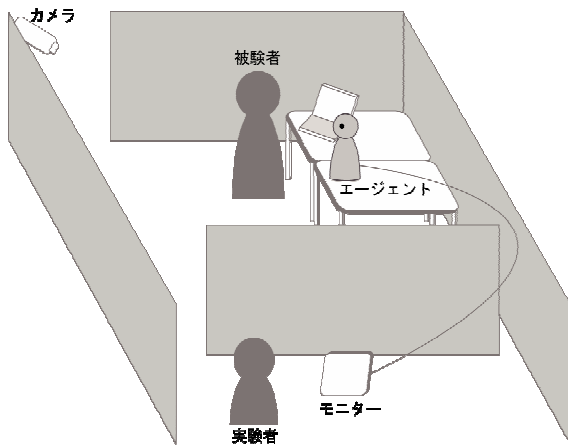


図 3：実験環境

ぼくはパペロです。それでは実験を始めたいと思います。準備ができたなら、ぼくに、『準備ができたよ』と言ってください」

4. エージェントは、被験者が「準備ができたよ」と発話するまで 15 秒間隔で「準備ができたよ、ぼくに、『準備ができたよ』と言ってください」と発話を繰り返す。
5. 被験者がエージェントに向かって「準備ができたよ」と発話した場合、エージェントは「わかりました。それではピクロスを始めてください」と発話し、その後 1 分間沈黙する。被験者はピクロスゲームを開始する。
6. 被験者がピクロスゲームを開始してから 1 分後に、エージェントが以下のように発話する。「ううん、暇だなあ。ぼくと遊んでよ。ねえねえ、しりとりしようよ。よかったら『いいよ』って言ってね」
7. エージェントは、被験者が「いいよ」と発話するまで、もしくはピクロスゲームの開始から 20 分が経過するまで、15 秒間隔で「ねえねえ、しりとりしようよ。よかったら『いいよ』って言ってね」と発話を繰り返す。
8. 被験者が「いいよ」と発話した場合、エージェントは被験者とのしりとりゲームを開始する。ピクロスゲームの開始から 20 分経過した際、エージェントが「20 分経過しました。ピクロスを終了してください」のように発話し、被験者はしりとりゲームおよびピクロスゲームを終了する。またエージェントは、被験者が退出するとき「あーあ、もう帰っちゃうんだね。さみしいな。また今度遊んでよ」と話しかける。
9. 被験者に対してアンケート調査を行い、その後簡単なインタビューを行う。

2.5. 実験の評価方法

- Q1：ピクロスの解き方やルールについて知っていた。
- Q2：ピクロスの問題が難しいと思った。
- Q3：制限時間の 20 分が長いと感じた。
- Q4：ピクロスを解くことに集中できた。
- Q5：ピクロスを解くことは面白い。
- Q6：パペロをかわいいと思った。
- Q7：パペロとの会話はつまらなかった。
- Q8：パペロともっと話したいと思う。
- Q9：パペロとあまり仲良くなれなかったと思う。
- Q10：パペロともっと親しくなりたいと思う。
- Q11：パペロともっと遊びたいと思う。
- Q12：パペロを家に持って帰りたいと思う。
- Q13：パペロと一緒に暮らしたいと思う。
- Q14：パペロは全く社会の役に立たないと思う。
- Q15：パペロはしりとりが得意だと思う。
- Q16：ピクロスに夢中でパペロの方はほとんど見なかった。

以上の手続きにおいて、被験者がエージェントからのしりとりゲームの誘いに応じるか否かについて観察した。また、実験の様子を撮影した動画から、しりとりゲームに応じた場合のしりとりのターン数と、被験者がエージェントに視線を向けていた時間を調査した。また、エージェントが「また今度遊んでよ」と発話した後の被験者の行動についても観察した。さらに、実験中における被験者の主観的評価を把握するために、実験終了後にアンケート調査も合わせて実施した。具体的には、表 1 に示すアンケートを実施した。このアンケートは 16 問の質問によって構成され、それぞれ 6 段階のリッカートスケールから構成される（1 点：全くあてはまらない、6 点：非常によくあてはまる）。Q1 から Q5 はダミータスクとして用いたピクロスゲームに関する質問であり、Q6 から Q16 はエージェントに対する印象やエージェントに視線を向けていた時間に関する質問である。

2.6. 実験の仮説と予測

仮説：

同一物理空間に実体であるロボットが存在したほうが、ディスプレイに仮想である CG が表示されるよりも、人間とエージェントとのインタラクションがスムーズに行われる。

予測：

Group1 の被験者のほうが、Group2 の被験者よりも、エージェントからのしりとりゲームへの誘いに応じる率が高い。

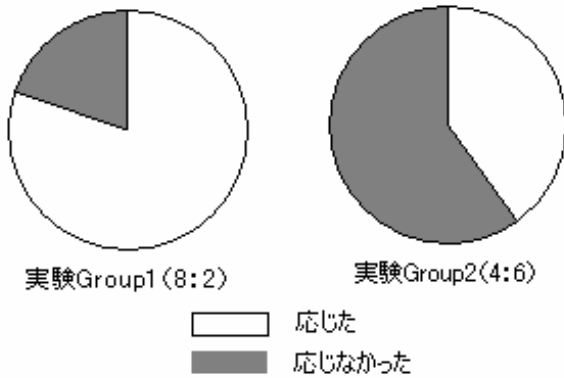


図 4：しりとりゲームに応じたか否か

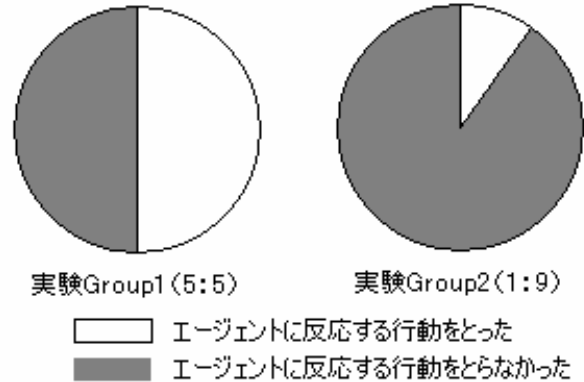


図 5：退出時の被験者の行動

3. 実験結果

3.1. しりとりゲームに応じたか否か

図 4 にエージェントからのしりとりゲームへの誘いに応じた被験者の人数を Group1 と Group2 に分けて示す。PaPeRo ロボットとインタラクションを行った Group1 では 10 人中 8 人がしりとりゲームへの誘いに応じたが、CG PaPeRo とインタラクションを行った Group2 では 10 人中 4 人しかしりとりゲームへの誘いに応じていなかった。また、エージェントからのしりとりゲームへの誘いに応じたか否かについて統計的分析を行った結果、有意傾向が観察された ($p=0.067$, $p<.075(+)$)。このことから、PaPeRo ロボットとインタラクションを行った Group1 のほうが、CG PaPeRo とインタラクションを行った Group2 に比べ、しりとりゲームに応じた被験者の人数が多い傾向にあることが明らかになった。

3.2. しりとりゲームのターン数

まず、しりとりゲームのターン数について定義する。被験者がエージェントからのしりとりゲームへの誘いに「いいよ」と発話して応じた場合、エージェントが「やったー。じゃあぼくからね。『りんご』」と発話する。このとき『りんご』に続いて被験者が発話した『ごりら』などの単語を 1 ターン目とし、以降のエージェントの『らっば』などの発話に返答する形で、しりとりゲームの回答として被験者が発話した単語（例えば『ばいなっぶる』など）ごとに 2 ターン目、3 ターン目、と数えたものをターン数とする。また、しりとりゲームを行わなかった被験者は、ターン数 0 として扱った。

図 6 にしりとりゲームのターン数の平均を示す。Group1 のターン数の平均は 38 ターン、Group2 のターン数の平均は 20.3 ターンであった。また、ターン数について一要因被験者間分析（要因：エージェントが現れるメディア要因）を行った結果、実験群の間に有意

差は観察されなかった ($F(1,18)=2.34$, ns)。

3.3. エージェントに視線を向けていた時間

図 7 に実験中に被験者がエージェントに視線を向けていた時間の平均を示す。Group1 の平均時間は 46.3 秒、Group2 の平均時間は 40.5 秒であった。また、各被験者がエージェントに視線を向けていた時間について一要因被験者間分析（要因：エージェントの現れるメディア要因）を行った結果、実験群の間に有意差は観察されなかった ($F(1,18)=0.17$, ns)。

3.4. 退出時の被験者の行動

ピクロスゲームの開始から 20 分が経過し、エージェントがピクロスゲームの終了の合図のための発話をした後に「また今度遊んでよ」と発話した後の被験者の行動について、エージェントの発話に反応した行動をとったか否かを図 5 に示す。PaPeRo ロボットとインタラクションを行った Group1 では 10 人中 5 人が、エージェントを見て頷く、「うん」「またね」などと発話するなど、エージェントの発話に反応する行動をとった。また、その 5 人は全員エージェントからのしりとりゲームへの誘いに応じていた。CG PaPeRo とインタラクションを行った Group2 では、同様にエージェントの発話に反応する行動をとったのは 10 人中 1 人だけであったが、この被験者もエージェントからのしりとりゲームへの誘いに応じていた。両実験 Group ともにエージェントの発話に反応しなかった被験者は、ピクロスゲームの画面を見ているなどの行動をとっていた。また、被験者がエージェントの発話に反応する行動をとったか否かについて統計的分析を行った結果、有意傾向が観察された ($p=0.051$, $p<.075(+)$)。このことから、PaPeRo ロボットとインタラクションを行った実験 Group1 のほうが、CG PaPeRo とインタラクションを行った実験 Group2 に比べ、エージェントの「また今度遊んでよ」という発話に反応する行動をとった人数が多い傾向にあることが明らかになった。

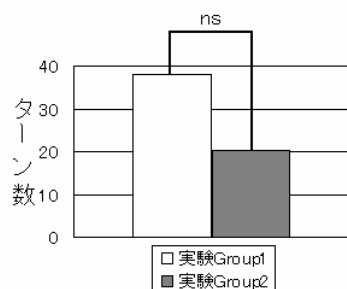


図 6：しりとりゲームの平均ターン数

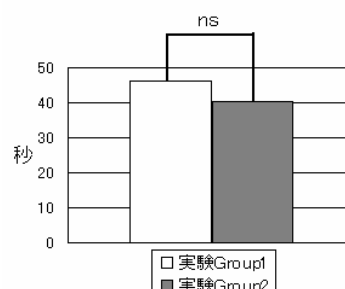


図 7：エージェントを見ていた平均時間

3.5. アンケートの結果

計 16 問の全てのアンケート項目について、一要因被験者間分析（要因：エージェントの現れるメディア要因）を行った。その結果、Q1 から Q15 の計 15 問の質問において有意差は観察されなかった。しかし、Q16 の質問において、Group1 は平均 3.7 点、Group2 は平均 5.5 点を示しており、ここに有意差が観察された ($F(1,18)=7.18, p<.05(*)$)。Q16 は「ピクロスに夢中でパペロの方はほとんど見なかった」という質問であり、このことから PaPeRo ロボットとインタラクションを行った Group1 の被験者が、CG PaPeRo とインタラクションを行った Group2 の被験者に比べ、より長い時間エージェントに視線を向けていたと感じていたことが明らかになった。

4. 議論

実験の結果から、PaPeRo ロボットとインタラクションを行った Group1 と、CGPaPeRo とインタラクションを行った Group2 との間で、エージェントからのしりとりゲームへの誘いに応じた被験者の人数に差が見られた。しかし、実験の様子を撮影した動画から、PaPeRo ロボットとインタラクションを行った Group1 と、CGPaPeRo とインタラクションを行った Group2 との間で、しりとりゲームのターン数には有意な差がみられなかった。また、PaPeRo ロボットとインタラクションを行った Group1 と、CGPaPeRo とインタラクションを行った Group2 との間で、エージェントに視線を向けていた時間にも有意な差は見られなかった。しかし、PaPeRo ロボットとインタラクションを行った Group1 と CG PaPeRo とインタラクションを行った Group2 との間で、実験室を退出するときの被験者の行動において、エージェントの発話に反応する行動をとった被験者の人数に差が見られた。また、アンケートの結果から、PaPeRo ロボットとインタラクションを行った Group1 と、CG PaPeRo とインタラクションを行った Group2 との間で、ピクロスに関する知識の有無や興味 の程度などの質問と、エージェントを可愛らしいと感じるかどうかなどのエージェントに対する印象につい

ての質問の両方にて、多くの質問で有意差は観察されなかったが、Q16「ピクロスに夢中でパペロの方はほとんど見なかった」という質問にのみ有意差を観察することができた。

以上の結果を元に、設定した仮説に沿って考察する。仮説の「同一物理空間に実体であるロボットが存在したほうが、ディスプレイに仮想である CG が表示されるよりも、人間とエージェントとのインタラクションがスムーズに行われる」について、PaPeRo ロボットとインタラクションを行った Group1 のほうが、CG PaPeRo とインタラクションを行った Group2 よりも、エージェントからのしりとりゲームへの誘いに応じ、実験室を退出する際にエージェントの発話に反応する行動をとった被験者の人数が多かったことから、仮説は支持されたと考える。これは、被験者がエージェントに関して可愛らしいなどのポジティブな印象を抱くか否か、またピクロスゲームやしりとりゲームを面白いと感じたか否かなどに関わりなく、インタラクションを行った相手が PaPeRo ロボット（実体）であるか CG PaPeRo（仮想）であるかといった差異により「エージェントからの誘いに応じる」、「エージェントの発話に反応する」といった被験者の行動に差異が現れたことを示していると考えられる。

また、実験の様子を撮影した動画から、PaPeRo ロボットとインタラクションを行った Group1 と、CGPaPeRo とインタラクションを行った Group2 との間で、エージェントに視線を向けていた時間に有意な差は見られなかった。アンケートの結果から、Q16「ピクロスに夢中でパペロの方はほとんど見なかった」という質問について有意差が観察され、PaPeRo ロボットとインタラクションを行った Group1 の被験者のほうが、CG PaPeRo とインタラクションを行った Group2 の被験者に比べ、より長い時間エージェントに視線を向けていたと感じていた。以上の結果から、実際にエージェントに視線を向けていた時間の長さとして、「視線を向けていた」と主観的に感じる時間の長さについて、インタラクションを行った相手が PaPeRo ロボット（実体）であるか CG PaPeRo（仮想）であるかによって差

があることが示された。これは、仮説の「同一物理空間に実体であるロボットが存在したほうが、ディスプレイに仮想であるCGが表示されるよりも、人間とエージェントとのインタラクションがスムーズに行われる」を支持する一要因になっていると推測される。

5. おわりに

本研究では、インタラクションの対象となるエージェントが物理的実体を持ったロボットであるか、ディスプレイに仮想的に表示されるCGであるかといったメディアの差異が、人間とエージェントとのインタラクションの内容にどのような影響を及ぼすかについて調査する実験を行った。

実験では、被験者がダミータスクであるピクロスゲームを行っている最中に、エージェントが「しりとりしようよ」と発話し、被験者がそのしりとりゲームへの誘いに応じるか否かを主に観察した。また、被験者が実験室から退出する際に、エージェントが「また今度遊んでよ」と発話し、被験者がその発話に反応する行動をとるか否かについても観察した。また、被験者がエージェントに視線を向けていた時間と、被験者がエージェントからのしりとりゲームへの誘いに応じた場合のしりとりゲームのターン数についても調査を行った。また、被験者のピクロスゲームに関する知識や興味、および被験者のエージェントに対する印象を調査するためのアンケートを実施した。実験の結果、被験者がエージェントに視線を向けていた時間と、被験者がエージェントからのしりとりゲームへの誘いに応じた場合のしりとりゲームのターン数、そしてアンケートの結果に関しては、インタラクションの相手がPaPeRoロボット（実体）であるかCG PaPeRo（仮想）であるかという要因においてほとんど差が見られなかった。しかし、エージェントからのしりとりゲームへの誘いに応じるか否か、そして実験室から退出する際にエージェントの発話に反応する行動をとったか否かに関しては、インタラクションの相手がPaPeRoロボット（実体）であるかCG PaPeRo（仮想）であるかという要因においてそのような行動をとった被験者の人数に差が見られ、インタラクションの相手がPaPeRoロボット（実体）である場合に、しりとりゲームに応じる被験者の人数と実験室からの退出時にエージェントの発話に反応する行動をとる被験者が多くなった。

以上の結果から、人間とエージェントとのインタラクションにおいて、インタラクションの相手となるエージェントが物理的実体をもっていたほうが、インタラクションはスムーズに行われると言える可能性があると考えられた。

本研究の目標は、人間とエージェントとのインタラ

クションを、人間同士のインタラクションのようによりスムーズにすることである。そのためには、人間とエージェントが親しくなる必要があると考える。人間とエージェントが親しくなるためのインタラクションとして、その導入時に、エージェントが物理的実体をもっていることが重要になるということが今回の実験で示されたと言える。今後の課題として、エージェントが物理的実体をもっていることによって人間とエージェントのインタラクションがスムーズに行われる理由を検証する必要があると考える。また、人間とエージェントがある程度親しくなっている場合、今回の実験と同様に物理的実体をもっている必要があるのか否かについて検証することが課題となるであろう。

文 献

- [1] 小野哲雄, 今井倫太, 石黒浩, 中津良平. “身体表現を用いた人とロボットの共創対話” 2001, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.6, pp.1348-1358.
- [2] 鳴海真里子, 今井倫太. “演出を用いたヒューマン・ロボットインタラクション” 2003, 合同エージェントワークショップ & シンポジウム 2003(JAWS2003)講演論文集, pp.438-445, Oct.2003.
- [3] 国田美穂子, 櫻沢繁. “観ることと観られることの同期と生物感” 2006, HAI シンポジウム 2006, Dec.2006.
- [4] Komatsu, T., Iwaoka, T., and Nambu, M. (2006). Leaving a message with the PaPeRo robot: The effect of interaction experience with real or virtual PaPeRo on impression evaluation, In Proceedings of the 5th International Conference on Entertainment Computing (ICEC2006), pp.27-42.
- [5] NEC, PaPeRo, Personal Robot : <http://www.incx.nec.co.jp/robot/>
- [6] NEC システムテクノロジー, RoboStudio, ロボットソフトウェアプラットフォーム : <http://www.necst.co.jp/product/robot/index.html>
- [7] 小松孝徳, 山田誠二. “エージェントの外見がユーザの情報解釈にどのような影響を与える野か?” 2006 情報処理学会研究報告, Vol.2006, No.131, pp.19-24, Dec.2006.
- [8] 任天堂, ピクロス NP, ピクロスゲームインターネット公開版 (Let's Try「ピクロスが遊べる!」) : <http://www.nintendo.co.jp/n02/shvc/bpij/try/picross01.html>