

ITACO: 人間-インタラクティブシステム間における感情をともなった関係の構築

小川 浩平† 小野 哲雄††

本論文において我々は、インタラクティブシステムの間を移動可能なエージェントを用いた ITACO システムを提案する。ITACO システムとは、エージェントがインタラクティブシステムの間を移動することにより、人間とインタラクティブシステムとの間に、感情をともなった関係を築くことが可能なシステムである。我々は、2つの実験を通じて ITACO システムが人間とロボットやテーブルランプなどのインタラクティブシステムとの間に感情をともなった関係を築くことができるかどうかを検証した。実験の結果より、感情をともなった関係が築かれることによって人間の認知能力や行動に対して一定の影響を与えることがわかった。

ITACO: Constructing an Emotional Relationship between Human and Interactive System

KOHEI OGAWA[†] and TETSUO ONO^{††}

In this paper, we describe the ITACO system that is able to built an emotional relationship between human and interactive system by migratable agent. The agent in an ITACO system is able to migrate into interactive system within an environment. We carried out the two psychological experiments to verify whether an ITACO system is able to built an emotional relationship between human and interactive system such as robot and table lamp. As the results of experiments, we could show that emotional relationship gave an influence to human's behavior and cognitive abilities.

1. はじめに

我々の日常生活は間断のないインタラクティブシステムとの対話によって成り立っており、近年ますますその傾向は顕著になりつつある。特に、情報機器の進歩はその最たるものであり、Weiser が提案したユビキタスコンピューティングの概念が現実のものになりつつある¹⁾。このような社会の流れの中で、現在人間とインタラクティブシステムとの間の対話を円滑にするための様々な試みがなされている。その中でもヒューマンインタフェースの改善やマルチモーダルインタフェースに関する研究は盛んに行われており多くの成果を挙げている²⁾³⁾。しかし現在行われている研究の多くは、いかに直感的に簡単にインタラクティブシステムを利用することができるかという点にフォーカスされており、使う側(人間)と使われる側(インタラクティブシステム)という一方向的な対話の実現にとどまっている場合が多い。我々は、人間とインタラク

ティブシステムとの対話がより自然なものになるためには、一方向的ではなく双方向的な対話である必要があると考える。Norman は Emotional Design において、人工物をデザインする際に、人間の情動的な側面を重視すべきであると述べている⁴⁾。この提言は、人間とインタラクティブシステムとの間の自然な対話の実現には、インタラクティブシステムの改良だけではなく、人間側からのインタラクティブシステムに対する関与が必要であることを示している。さらに、人間のインタラクティブシステムに対する関与を引き出すためには、インタラクティブシステムから人間が情動などの、感情をともなった想像を喚起されなければならないことを示している。

人間の対話活動は片方からの刺激に対する返答という閉じたものではなく、双方向の連続したやりとりである⁵⁾。例えば、「おはよう」という挨拶は投げかけた相手からの「おはよう」という返答によって初めて成立する。この例は、人間の対話活動が個で完結するものではなく、相互的なやりとりによって成立していることを示している。そのため、人間とインタラクティブシステムとの間の自然な対話を実現するためには、個で完結した一方向的なものではなく、例で示したよ

† 公立はこだて未来大学 システム情報科学研究科
Graduate School of Future University-Hakodate

†† 公立はこだて未来大学
Future University-Hakodate

うな連続した双方向的な対話をデザインする必要がある。しかし、このような双方向的な対話を実現するためには、対話を行う対象がコミュニケーション可能な主体であると人間が認知できなければならない。例えば、切符の券売機が突然話しかけてきたとしても、人間が券売機を言語によるコミュニケーション可能な対象と見なしていなければ、驚いてしまい自然な対話ができないという現象が挙げられる。つまり、双方向的な対話の実現には、まずインタラクティブシステムをコミュニケーション可能な対象と見なすことができるようにすることが大切であり、そのために我々はインタラクティブシステムを人間が情動を喚起されるようにデザインした上で、両者の間に感情をともなった関係を築くことが重要であると考える。

しかし、様々なインタラクティブシステムに対して、感情をともなった関係を築くことは困難である。なぜなら、インタラクティブシステムの種類によって人間とのコミュニケーションチャンネルが異なるからである。我々は本論文において、人間とインタラクティブシステムとの間に、感情をともなう関係を構築するシステムである、ITACO システム (InTEgrated Agent for COmmunication) を提案する。ITACO システムは、環境内に存在するインタラクティブシステムの間を移動可能なエージェントが人間に対して文脈にあった適切な支援をおこなうエージェントシステムである。ITACO システムにおけるエージェントは、人間との日常的な対話により築いた関係を保ったまま様々なインタラクティブシステムの間を移動可能であるため、環境内に存在する様々なインタラクティブシステムとの間に感情をともなった関係を築くことが可能である。そのため、ITACO システムをインタラクティブシステムとの対話に用いることにより双方向的な対話が可能になるのではないかと考える。

本研究の目的は、ITACO システムを用いることにより環境内の様々なインタラクティブシステムとの間に、感情をともなう関係を築くことである。それにより両者の間に双方向的な対話が可能となり、円滑な対話をおこなうことができると考える。本論文では、2 章において我々の提案する ITACO システムに関して述べる。3 章および 4 章において、ITACO システムをインタラクティブシステムとの対話に用いることにより、対話にどのような変化を及ぼすかを検証した 2 つの実験について述べる。その後 5 章において、議論を行う。

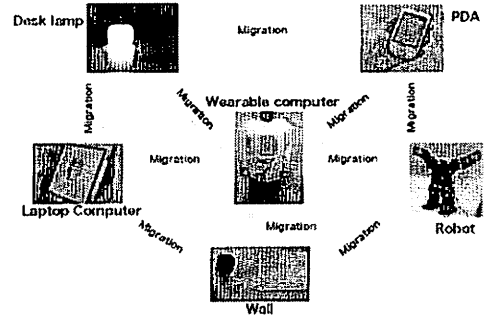


図 1 ITACO システムの概要図

2. ITACO システム

本章では、我々が提案する ITACO システムについて述べる。

2.1 ITACO システム概要

ITACO システムは、ユーザに対して文脈に応じた適切な支援を行うエージェントシステムである。エージェントは環境内のインタラクティブシステムの間を移動することにより、ユーザに対して適切かつ継続的なサポートを行う。加えて、エージェントは日常的なユーザとの対話からユーザの個人情報を収集し、そのユーザに特化したサポートを行うことができる。図 1 に ITACO システムのコンセプトを示す。例えば、エージェントは外出するときにウェアラブルコンピュータへ移動し、スケジュールや公共交通機関の情報などをユーザに与え、帰宅したらテーブルランプへ移動し電気を付けるといった、ユーザの日常的な行動を支援する。ITACO システムは、インタフェースとしてのエージェントが環境内におけるインタラクティブシステムの間を移動することにより、人間との対話を円滑にし、ユーザに対して日常的なサポートを行うことを目標にしている。そして、ITACO システムにおけるエージェントは、人間との間に築かれた、感情をともなった関係をインタラクティブシステムに移動させることができるため、人間とインタラクティブシステムとの間に双方向的な対話を実現することができる。

2.2 ITACO システムの構成

本節では、我々の実装したプロトタイプシステムについて述べる。本研究では、限定された条件下において動作する ITACO システムを試作した。具体的には、タブレット PC 上に存在するエージェントが、ユーザとの対話によって様々な情報を得た上で、ウェアラブルコンピュータ、テーブルランプ、扇風機、ロボットなどへ移動する。以下に試作した ITACO システムの

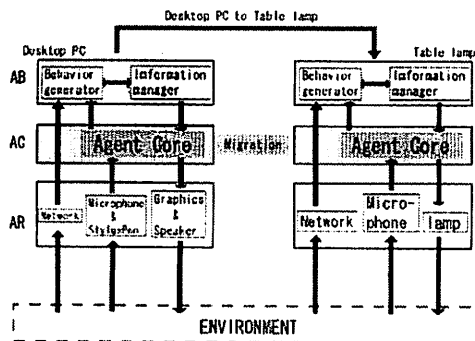


図2 ITACOシステムのソフトウェア構成図

構成について述べる。

ハードウェア構成

本システムのハードウェア構成は、対話を行うためのタブレット PC、服に内蔵された PC、エージェントが移動するためのテーブルランプ、扇風機、ロボットなどから構成されている。テーブルランプや扇風機などのスイッチ制御は H8 マイコンおよびソリッドステートリレーを用いた。テーブルランプや扇風機からエージェントの音声を出力するために貼り付け型のスピーカーを用いた。また、各クライアントはすべてワイヤレスネットワークによって相互に接続されている。

ソフトウェア構成

本システムのソフトウェアは、音声とスタイラスペンにより対話可能なエージェントシステム、全体を制御するためのサーバシステムによって構成されている。スタイラスペンと音声により対話可能なエージェントシステムは、Adobe システム社の FLASH により実装した。また音声認識処理は、Microsoft 社が提供している SpeechSDK ライブラリを利用し実現した。

本システムにおけるエージェントのインタラクティブシステム間移動の概要を述べる。本システムのエージェントの動作は、エージェントリソース (AR)、エージェントコア (AC)、エージェントピヘイビア (AB) と各クライアントを統括するサーバによって構成されている (図2)。また、すべてのクライアント及びサーバはワイヤレスネットワークによって相互に接続されている。AR は、そのときエージェントが利用できるハードウェアリソースを用いて、環境と対話するレイヤーである。AC は、AR から伝えられた情報と、エージェントの保持している情報を統合し、一貫性のあるユーザ支援を実現するレイヤーである。AB は AC によって作り出された情報を元に、実際に行動を起こすレイヤーである。これらのレイヤーが相互に情報をや

りとりすることにより、エージェントは各クライアントへ移動し、その場所での AR を用いて、テーブルランプを点灯するなど、意味のある行動を起こすことができる。

3. 実験 1: ロボットへの移動

我々は本実験において、エージェントがロボットへ移動することにより被験者とロボットとの間に感情をともなう関係を築くことができるかどうかを検証した。また、関係が築かれた場合とそうでない場合で被験者の行動や認知に影響があるかどうかを検証した。

Ono らはエージェントがロボットに搭載されているディスプレイへ移動することにより、ロボットと被験者との間に感情をともなう関係を構築し、その結果人間の認知能力や行動に影響を与えると述べている⁵⁾。Ono らの実験の内容について簡単に説明する。被験者がエージェントとインタラクションを行っている。その後、部屋へロボットが入って来るが、そのロボットの進行方向にゴミ箱がおりてあり、それ以上先に進めない状況になる。そのとき、ロボットが聞き取りづらい合成音声によって「ゴミ箱をどけてください」と発話する。ここで条件を 2 群に分ける。実験条件は、インタラクションを行ったエージェントがロボットに組み込まれているディスプレイへ移動した状態でロボットが発話し、統制条件は、エージェントが移動せずに発話する。この実験の結果、実験条件において被験者はロボットの合成音声を認識することができ、ゴミ箱をどけた。一方統制条件の場合被験者はロボットの合成音声を理解することができず、行動に移ることもなかった。以上の報告から、実験条件ではエージェントを通じてロボットとの間に築かれた感情をともなった関係によって、ロボットの発話を理解することができ、ゴミ箱をどかすという行動を観察することができたと考えられる。一方統制条件では、ロボットと被験者との間に感情をともなった関係が築かれていなかったため、ロボットの発話を理解することができず、箱をどけるといふ行動が観察されなかった。この研究報告から、インタラクティブシステムと人間との対話の場合、両者の間に築かれた関係性が非常に重要であるといえる。しかし、この研究報告におけるエージェントはディスプレイからディスプレイに移動しただけであり、その見かけを変化させていない。ユビキタス環境下におけるすべてのインタラクティブシステムにディスプレイが搭載されている状況は現在考えにくく、エージェントはその見かけを変化させざるを得ない。そこで本実験では、エージェントが画面から消えてロボットが

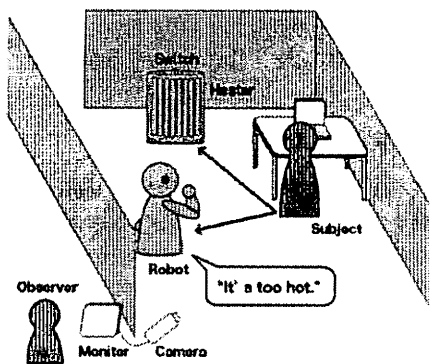


図3 実験環境

動作させることにより、エージェントの見かけが変化したとしても、ロボットと被験者との間に感情をともなった関係を築くことができるかどうかを検証することにした。

3.1 実験デザイン

本実験は、被験者と対話を行ったエージェントがロボットへ移動した際、エージェントがロボットへ移動したと認識することができたかどうか、また被験者とエージェントとの間に築かれた、感情をともなった関係がロボットとの間へ移動することにより、被験者がロボットの発話の意図を認知し行動に移ることができたかどうかを検証した。具体的には、実験条件ではロボットへ移動したエージェントが「なんだか暑いなあ」という発話とともに、顔を仰ぐようなジェスチャーをした際(図4一番右の写真)、被験者が発話を理解し、傍らのヒーターのスイッチを消すことができるかどうかを観察した。一方統制条件では、ロボットが実験開始時から動作している状態で、被験者にエージェントと対話を行ってもらい、その後のロボットの発話の際の被験者の発話理解および振る舞いを観察した。つまり、ロボットと被験者に何の関係性も築かれていない状態でロボットが実験条件と同じ発話をした場合、実験条件と比べて被験者の振るまいや認知にどのような違いがあるかを観察した。エージェントとのインタラクションは、アイコンをクリックすると画面上にいるエージェントが様々なリアクションを返すという比較的単純なものである。これは、Onoらの実験で用いられたエージェントとの対話と同じ手法である。

実験環境

本実験は、大学の実験室にて実施された。実験環境を図3に示す。エージェントとのインタラクションのためのラップトップPCとロボット及びスイッチ

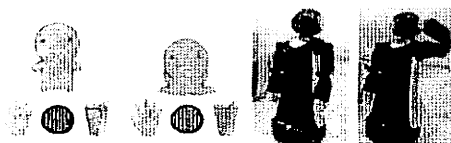


図4 エージェントのインタラクティブシステム間移動(PCからロボット)



図5 実験の様子(左:EC条件, 右:CC条件)

の入ったヒーターを設置した。ロボットはVstoneのRobovic-R2を使用した。また、ヒーターがついているため実験室の温度は、室外の温度と比べて高くなっていた。

条件

本実験では以下の2条件を設定した。

実験条件(EC) エージェントがロボットへ移動し、その後ロボットが発話する。また、エージェントがロボットへ移動する前は、ロボットは動作していない。

統制条件(CC) エージェントがロボットへ移動せずに、ロボットが発話する。また、ロボットは実験開始時から動作している。

被験者

19-23歳の大学生20名(各条件ともに10名ずつ)を対象に実験をおこなった。

3.2 実験手続き

- (1) 被験者にエージェントと対話をおこなってもらう
- (2) 一定時間経過後(約2分間)、エージェントがロボットへ移動する(図4)
- (3) ロボットが自分の顔を仰ぐような動作をし「この部屋なんだかあついなあ」と発話する
- (4) その際の被験者の行動を観察する
- (5) 質問紙に答えてもらう

統制条件の場合は、ロボットが最初から動作しており、被験者が2分間ほどエージェントと対話した後にロボットが「この部屋なんだか暑いなあ」と発話する。

3.3 評価方法

EC条件の被験者に対して、「エージェントはどこへ行ったと考えますか?」という質問によって、エージェントがロボットへ移動したと認識することができたか

表 1 実験結果

	Q.1		Q.2		Behavior	
	Robot	Not Robot	Correct	Not correct	Turn off	Nothing to do
EC(10)	8	2	10	0	7	3
CC(10)			8	2	0	10

を検証した。以下この質問を Q.1 と表現する。次に、両条件において、「ロボットは何と言っていたと思いますか?」という質問に対して自由記述してもらうことによってロボットの発話を正しく理解することができたかどうかを検証した。以下この質問を Q.2 と表現する。なお、CC 条件の場合エージェントはロボットへ移動しないため Q.1 は EC 条件の被験者だけに回答してもらった。また実験の様子を撮影した動画から、被験者がロボットの発話後どのような行動に移ったかを観察した。

3.4 仮説と予測

仮説 1 エージェントがロボットへ移動したと認知することができる

予測 1 Q.1 の回答が、「ロボットへ移動した」になる

仮説 2 エージェントがロボットへ移動することにより築かれた感情をともなった関係によって、被験者の振る舞いに影響がみられる

予測 2 実験の映像から、EC 条件において、被験者はヒーターのスイッチを切るという行動が観察される。一方、CC 条件においては、被験者はヒーターのスイッチを切らないなど、行動に移らない様子が観察される

3.5 実験の結果

表 1 に実験の結果を示す。Q.1 の結果、EC 条件の 10 人中 8 人の被験者がエージェントはロボットへ移動したと回答した。Q.2 の結果、EC 条件では 10 人中 10 人の被験者が、CC 条件では 10 人中 8 人の被験者が、ロボットの発話を「暑いなあ」というものであると正しく認知することが分かった。実験の様子を撮影した映像から、EC 条件では 10 人中 7 人の被験者がヒーターをスイッチを切るという行動に移り (図 5 左)、CC 条件においてはスイッチを切るという行動に移った被験者を観察することができなかった (図 5 右)。

3.6 実験の考察

以上の結果を設定した仮説に沿って考察する。仮説 1 に関して Q.1 の結果から仮説が支持されたと考える。これは、被験者はインタラクションを行っていたエージェントが、人格を保った状態でロボットへ移動したと認知することができたことを示している。この結果は我々が行ってきた ITACO システムを使った研究に

においても検証されているため、ある程度の信頼性を認めることができるのではないかと考える⁸⁾。

次に仮説 2 に関して、実験の様子を撮影した映像から、被験者はエージェントがロボットへ移動したことによりロボットの発話の意図を理解し、その理解した内容にあった行動を起こしたことが確認された。Q.2 の結果から、両条件における被験者はロボットの発話を文法的には理解することができた。しかし CC 条件の被験者は行動に移ることができなかった。人間には発話に隠された意図を理解する能力がある。例えば、ある人が「今何時かわかりますか?」と発話したとする。この質問の文法的な意味に沿って返答すると、「知っています」や「知りません」という Yes か No の答えになるだろう。しかし、この時「今何時かわかりますか?」という発話に込められている発話者の意図は「時間を教えてください」ということである。言い換えれば、この発話には受け手に対して時間を教えるという力を持っていることになる。このように、言葉はその文法的意味だけではなく、例に則していえば時間を教えてくれるよう依頼する、という行為であるとみなすことができる。このように発話を行為を含めたものとみなし、考察することを語用論もしくは言語行為論とよぶ⁶⁾⁷⁾。本実験では、ロボットは「この部屋なんだか暑いなあ」としか発話していない。しかし EC 条件の被験者はヒーターのスイッチを切るという行動に移ることができた。この結果が示唆していることは、人間とインタラクティブシステムの間に感情をともなった関係を築くことにより、より人間らしい自然な対話が実現されると考える。

4. 実験 2: テーブルランプへの移動

我々は本実験において、エージェントがテーブルランプへ移動することにより被験者とテーブルランプとの間に感情をともなう関係を築くことができるかどうかを検証した。また、関係が築かれた場合とそうでない場合で被験者の行動や認知に与える影響を検証した。

本実験が実験 1 と大きく異なる点は、エージェントの見かけの変化が大きい点である。今回我々が用いたエージェントは実験 1,2 ともに手足と顔がある。実験 1 でエージェントが移動したロボットにも手足があるため、エージェントとロボットの見かけの共通性が見

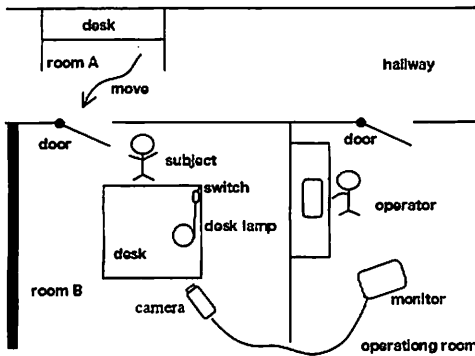


図 6 実験環境

られた。そこで実験 2 では、身体的な共通性が全くないランプへエージェントが移動する状況を設定した。なぜなら、インタラクティブシステムとしてのロボットは現在ではまだ一般的ではないためである。我々は実験 1 において、エージェントをロボットへ移動させることにより被験者とロボットとの間に、感情をともなった関係を築くことができた。その結果、感情をともなった関係は被験者の認知および行動に影響を与えることがわかった。もし、被験者とエージェントとの間に築かれた、感情をともなった関係をテーブルランプへ移動することができ、その関係が被験者の認知能力や行動に影響を与えたとしたならば、ITACO システムは一般的なインタラクティブシステムとの間に感情をともなった関係を築くことができると予想される。

4.1 実験デザイン

本実験は、被験者と対話を行ったエージェントがテーブルランプへ移動した際、エージェントがテーブルランプへ移動したと認識することができるか、また被験者とエージェントとの間に築かれた、感情をともなった関係がテーブルランプとの間へ移動することにより、被験者のランプに対する振る舞いに変化が生まれるかどうかを検証した。具体的には、エージェントがランプへ移動した後、実験協力者からの「ランプのスイッチを切ってください」という依頼に対してどのような振る舞いをするか、またその際の心理変化を質問紙によって検証した。本実験におけるエージェントとの対話は、音声認識によるスイカ割りなどゲーム性を取り入れた比較的長時間の対話である (図 7)。

実験環境

本実験は、大学の研究室及び、研究室裏の廊下にて実施した。また、事前の対話を行う実験室 A を研究室裏の廊下へ、またエージェントがテーブルランプへ移動する実験室 B を研究室へ、それぞれ配置した。図 6

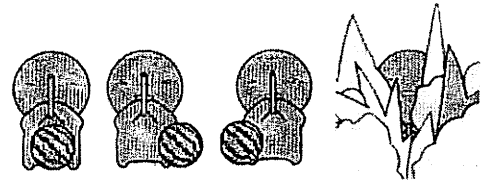


図 7 エージェントとの対話の例 (スイカ割り)



図 8 エージェントのインタラクティブシステム間移動 (PC からウェアラブル PC)



図 9 エージェントのインタラクティブシステム間移動 (ウェアラブル PC からテーブルランプ)

に実験環境の様子を示す。事前の対話を行うための実験室 A と、実際の実験を行う実験室 B、合計 2 部屋用意する。実験室 A には対話のためのタブレット PC が用意されている。実験室 B にはエージェントが移動するためのテーブルランプが用意されている。また、実験室 B は薄暗くしておく。被験者には、胸にタブレット PC を装着してもらった。

実験条件

実験室 B におけるエージェントの移動方法に関して以下の 2 条件を設けた。

実験条件 (EC) エージェントが胸のタブレット PC からテーブルランプへ移動する。その後テーブルランプが点灯する。

統制条件 (CC) エージェントが胸のタブレット PC からテーブルランプへ移動せずに、テーブルランプが点灯する。

被験者

19 - 23 歳までの大学生 20 名 (各条件ともに 10 名づつ) を対象に実験をおこなった。

4.2 実験手続き

- (1) 被験者に、控え室にて胸にタブレット PC を装着したトレーナーを着てもらい、実験室 A へ案内する。
- (2) 実験室 A にて、「最初はこの画面内にいるキャラクターと遊んで下さい。その後、別室へ移動してもらいます。そのタイミングはこのキャラ

表 2 質問紙の結果

Condition	Q.1	Q.2	Q.3
S1	1.9(1.45)	2.4(1.28)	3.2(1.54)
S2	1.2(1.60)	1.6(0.80)	1.4(0.86)
ANOVA results	F = 1.8	F = 2.53	F = 9.72
	p = .196(n.s.)	p = 0.129(n.s.)	p = 0.006(**)

n.s. : not significant ** : $p < .01$

- クターが教えてくれます。」と被験者に伝える。
- (3) 実験室 A にて、エージェントと対話を行ってもらう。
 - (4) エージェントが「今からお出かけするんだよね？私も行く」と発話し、被験者の胸のタブレット PC へ移動する(図 8)。エージェントが胸のタブレット PC から「レッツゴー」と発話する。その後、被験者を部屋 B へ案内する。
 - (5) 被験者を実験室 B へ案内し、「ここでしばらく待機しててください。暇つぶしに本を置いておきます。」と被験者に伝える。その際、実験室 B は本を読みづらい程度の明るさに設定してある。
 - (6) 一定時間経過後、エージェントが「なんだか暗いね、明るくしてあげるね」と発話する。その後、EC 条件では、胸のタブレット PC からエージェントが消え、テーブルランプが点灯する(図 9)。CC 条件では、胸のタブレット PC から消えずにテーブルランプが点灯する。
 - (7) 実験協力者が実験室 B へ入り、被験者に対して「テーブルランプのスイッチを切ってください」と伝える。
 - (8) 実験を終了し、質問紙に回答してもらう。

なお、手続き 7 にて実験者ではなく実験協力者に指示を伝えてもらった理由は、被験者に対して指示の強制力を与えないためである。

4.3 評価方法

点灯したテーブルランプのスイッチを切ってくださいという依頼をした時の被験者の行動から、テーブルランプとの間に築かれた感情をともなった関係が被験者の行動に与えた影響を調査した。また、以下の3つの質問項目により被験者の心理変化を評価した。

Q.1 スwitchを切る際、あなたの中に躊躇はありましたか？

Q.2 スwitchを切った後、悲しかったですか？

Q.3 あなたは自分の手でキャラクターを消し去ってしまったと感じましたか？

今回すべての質問を、「全く当てはまらない」を1、「非常に当てはまる」を5の、5段階で評価してもらった。

4.4 仮説と予測

仮説 1 エージェントを通じてテーブルランプとの間に築かれた感情をともなった関係により、スイッチを切るという行為に影響がみられる。

予測 1 実験の様子を撮影した映像から、スイッチを切るという行為に躊躇がみられる。また、Q.1 において条件間で優位な差が確認される。

仮説 2 エージェントを通じてテーブルランプとの間に築かれた感情をともなった関係により、スイッチを切る時に心理変化がみられる。

予測 2 Q.2 および Q.3 において条件間に優位な差が確認される。

4.5 実験の結果

本実験では、テーブルランプを消した際のエージェントに対する主観評価を測定するために実験終了後、質問紙による質問の回答を求めた。表 2 に、それぞれの評定項目における各条件の平均、標準偏差、及び両条件の得点を要因とした 1 要因分散分析 (ANOVA) の結果を示す。Q. 1 から Q. 3 までの各項目について分散分析を行った結果、Q. 3 において有意な差が見られた ($p < .01$)。これにより Q. 3 において条件間に結果の差があることが確認された。また、有意差はみられなかったが、Q. 1, Q. 2 の各条件間の平均値において差があることが確認された (Q.1 : 1.45 > 1.60, Q.2 : 1.28 > 0.80)。Q.3 の分析結果から、被験者にとってテーブルランプのスイッチを切るという行為はエージェントの存在を消し去ってしまうと考えたことが示唆された。しかし、Q.1, Q.2 に関しては有意な差が見られなかった。実験の様子を撮影した映像から、すべての被験者がテーブルランプのスイッチを消したことが確認された。また、被験者の行動に躊躇を覚えた様子も観察されなかった。

4.6 実験の考察

以上の結果から、エージェントがテーブルランプへ移動したことにより、被験者とテーブルランプとの間に感情をともなった関係が構築されたことが示唆された。また Q.3 の結果から、感情をともなった関係により被験者のテーブルランプに対する振る舞いや認知に一定の影響がみられた。しかし、Q.1 および Q.2 に

関しては有意な差を確認することができなかった。この結果は、被験者の実験後の自由記述によるフィードバックを引用すると、Q.1の場合「消してくださいと言われたから消した」など、躊躇を感じるまもなくテーブルランプのスイッチを消してしまったという意見から、スイッチをきるという行為が瞬間的にはエージェントを消し去ってしまうという予測に直結しなかったことが原因であると考えられる。これは「スイッチを切ったらエージェントがいなくなるとわかっていたら消さなかった」などのフィードバックからも読み取れる。Q.2の場合、「線を伝って隣の部屋へ行っと思った」などのフィードバックから、スイッチを切るという行為が悲しみに繋がらなかったのではないかと考えられる。

5. 考察と結論

2つの実験に関して総合的な考察をおこなう。実験1において、エージェントがロボットに移動することにより、被験者がロボットの婉曲的な表現の発話の意図を読み取り正しい振る舞いをするのが検証された。実験2において、エージェントがテーブルランプへ移動したことにより、被験者がテーブルランプのスイッチを切るという単純な行為に対して、悲しみのような感情的な印象を覚えたことが検証された。この実験1,2の結果から、ITACOシステムにおけるエージェントが環境内のインタラクティブシステム(ロボットやテーブルランプなど)に移動することにより、様々なインタラクティブシステムと感情をともなった関係を構築することが可能であることが示唆された。また、感情をともなった関係を構築することにより、人間のインタラクティブシステムに対する発話理解などの認知活動や振る舞いに一定の影響がおよぼされることがわかった。

さらに特筆すべき結果として手足を持ったグラフィックスのエージェントがテーブルランプという全くモダリティの異なったインタラクティブシステムへ移動したとしても、人間とエージェントとの間に築かれた関係が連続するということが挙げられる。この結果は、ITACOシステムがPCやロボットといったリッチなインタラクティブシステムだけではなく、テーブルランプや扇風機といった一般的なものにも適用することができることを示しており、ITACOシステムが今後さらなる進展が予想されるユビキタス環境に対して有効的に利用することができるのではないかと考える。

本論文において我々は、人間とインタラクティブシステムの間に、感情をともなった関係を構築すること

のできるITACOシステムを提案した。また、ITACOシステムによってインタラクティブシステムとの間に築かれた、感情をともなった関係が、人間の認知能力や振る舞いに与える影響を検証した。その結果、感情をともなった関係を構築することにより、発話の意図の理解や行為にともなう感情などに影響を与えることがわかった。人間が、なぜ自然に対話活動をおこなうことができるのか、未だ不明瞭な点が多い。我々は今後、人間の対話における認知的な能力を解き明かし、得られた知見を考慮したインタラクティブシステムをデザインすることにより、さらに自然な対話を実現したい。

参考文献

- 1) M. Weiser. The Computer for the 21st Century, Scientific American, 1991.
- 2) R. Raskar, P. Beardsley, J. van Baar, Y. Wang, P. H. Dietz, J. Lee, D. Leigh, and T. Willwacher. Rfig lamps: Interacting with a self describing world via photosensing wireless tags and projectors. ACM Transactions on Graphics(TOG), Vol. 23, pp.406-415, 2004.
- 3) D. Sekiguchi, M. Inami, N. Kawakami, T. Maeda, Y. Yanagida, and S. Tachi. RobotPHONE: RUI for Interpersonal Communication, ACM SIGGRAPH 2000 Conference Abstracts and Applications, p.134, 2000
- 4) D. A. Norman. Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things, Basic Books, ISBN-10 0465051366, 2005.
- 5) T. Ono, M. Imai and R. Nakatsu. Reading a robot's mind: A model of utterance understanding based on the theory of mind mechanism, Proceedings of Seventeenth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-2000), pp. 142-148, 2000.
- 6) P. Grice. Studies in the Way of Words, Harvard University Press, ISBN- 0674852710, 1991.
- 7) D. Wilson, D. Sperber. Relevance: Communication and Cognition, Blackwell Publishing Limited, 2nd edition, 1995.
- 8) 小川 浩平, 小野 哲雄. ITACO: メディア間を移動可能なエージェントによる遍在知の実現, ヒューマンインタフェース学会誌, Vol.8 No.3, pp. 373-380, 2006.
- 9) 小野 哲雄. インタラクシオンにおけるカップリングと知能, 人工知能学会学会誌, Vol. 21 No. 6, pp. 662-668, 2006.