

## エージェントの発話に隠された意図の理解

小川 浩平<sup>†</sup> 小野 哲雄<sup>†</sup>

† 公立はこだて未来大学 システム情報科学研究科 〒041-8655 北海道函館市亀田中野町 116 番地 2

E-mail: †(g3107002, tono)@fun.ac.jp

**あらまし** 我々は本論文においてエージェントの発話に隠された裏の意図を人間が理解し行動に移ることができるかどうかを、心理実験によって検証した。また、エージェントと人間との間に感情的な関係が築かれている場合と築かれていない場合との間で、意図の理解に違いが生まれるかどうかを検証した。実験の結果、エージェントと被験者との間に感情的な関係が築かれた場合は発話に隠された意図を理解し、行動に移ることがわかった。この結果から、エージェントと人間との間に築かれた感情的な関係は人間の認知や振る舞いに影響を及ぼすことが示された。

**キーワード** ITACO システム, エージェントマイグレーション, 語用論, 関連性理論

## Understanding Intension Hidden From Utterance of Agent

Kohei OGAWA<sup>†</sup> Tetsuo ONO<sup>†</sup>

† Future University-Hakodate 116-2 Komedanakano-cho, Hakodate, Hokkaido, 041865 Japan

E-mail: †(g3107002, tono)@fun.ac.jp

**Abstract** In this paper, we carried out the psychological experiment to investigate whether a human can understand intentions hidden from utterance of agent, and doing a suitable behavior. We also investigated the deferent of understanding intention between a case that was built an emotional relationship between human and agent, and it is not that case. In the result of experiment, the participants could understand the intension of the agent and doing a suitable behavior when the emotional relationship was built between human and agent. These result shows that emotional relationship gives an influence to human's behavior and cognition abilities.

### 1. はじめに

我々の生活はインタラクティブシステムに囲まれている。我々の生活の一部を抜き出して考えて見れば、それは一目瞭然である。朝、「車」で職場へ行き、「カーナビゲーションシステム」を使ってルートを検索し、「PC」を使って仕事をし、「携帯電話」を使って妻に帰りの報告をする。このように、我々の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いる。そのため、現在人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デザイン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多くの成果をあげている[1][2]。しかし現在行われている研究の多くは、いかに直感的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

話の実現され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[3]。この提言は、人間とインタラクティブシステムと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。

Ono らは、ロボットに対して感情的な関係を築くことにより、ロボットの聞き取りづらい合成音声を理解することができるということを報告している[4][9]。この結果は、人工物に対して感情を伴った関係を築くことにより、人間の言語理解などの認知能力に一定の影響を与える可能性があることを示唆している。Ono らは、一度関係を築いたエージェントをロボットに搭載されているディスプレイに移動させることにより、機械的なロボットに対して感情をともなった関係を築か

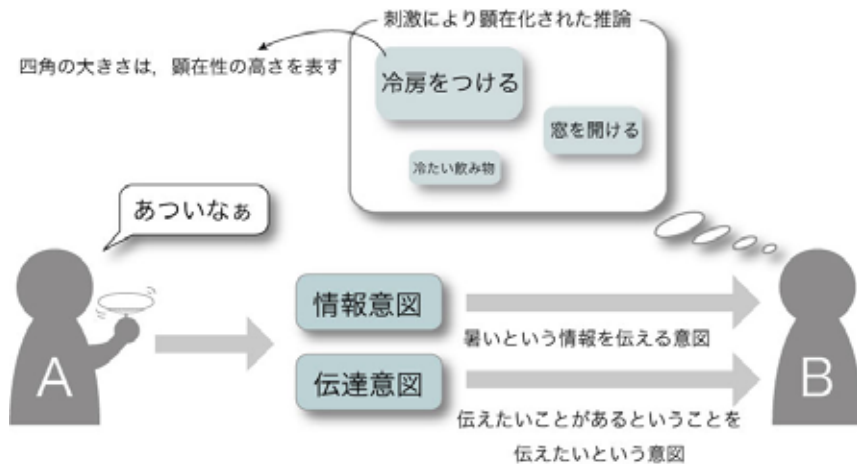


図 1. 関連性理論の概念図

せることに成功した。このような、環境内に存在するインタラクティブシステム間を移動可能なエージェントのことを「マイグレータブルエージェント(移動可能なエージェント)」と呼ぶ。この方法は無機的な人工物との間に感情的な関係を築き人間の人工物に対する認知能力に影響を与えることにおいて、有効な方法である。

そこで我々は本稿において、人間と感情をともなった関係を築いたエージェントが環境内のインタラクティブシステムへ移動した際、人間とそのインタラクティブシステムの間での対話に与える影響を検証した。具体的には、エージェントがロボットへ移動した際のロボットの発話の意図を人間が理解し、行動に移ることができるかどうかを検証した。これにより、インタラクティブシステムと人間との間の新しい対話のデザインを提案することができるのではないかと考える。

本論文は、次章において言語行為における意図の伝達について述べた後、3章において2章で述べる語用論を基にした実験について述べる。その後、4章において考察を行う。

## 2. 言語行為における意図の伝達

本章では、言語行為によって自分の意図を相手に伝える際、どのような要因により伝達が行われるのかを語用論という切り口から論じる。これにより、人間同士による発話理解のメカニズムをエージェントとの対話においても用いることができるのではないかと考える。

### 2.1. 語用論

語用論とは、言葉の意味を解釈する文法のレベルではなく、その言葉が実際に使用されている対話の場面に埋め込まれたものと捉える言語論の一つである[5]。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。

スペルベルとウィルソンは語用論を基とした関連性理論において、人間の言語行為における対話の枠組みに関して論じている[6][7]。その中でスペルベルらは、対話の枠組みを理解するための重要なキーワードとして顕在性(manifestness)という言葉を用いた。顕在性とは、環境から受け取る刺激から、自分の中のある推論が呼びだされる指標のことを指す。例えば部屋でくつろいでいる場面において、チクタクという時計の音に対しては気を払わないが、ドアベルの音には顕著に反応するだろう。この時、時計の音は人間に対して何の推論も喚起させず顕在性も喚起されない。一方ドアベルの音は、「訪問者がいる」という推論を喚起させその推論の顕在性を高めることになるだろう。しかし同じドアベルの音でも「訪問者が女性である」という推論はあまり喚起されず、この推論は顕在性が低いということがいえる。この例のように、ある刺激によって生じるある特定の推論の指標のことを顕在性と呼び、「ドアの外には訪問者がいる」や「訪問者が女性である」といった、推論のできる可能性のことをスペルベルらは環境認知と呼んだ。

推論を喚起させ顕在化させる刺激は、ドアベルの音のようなものだけではなく、当然人間同士の対話においても考えられる。では、実際の人間同士の対話の場

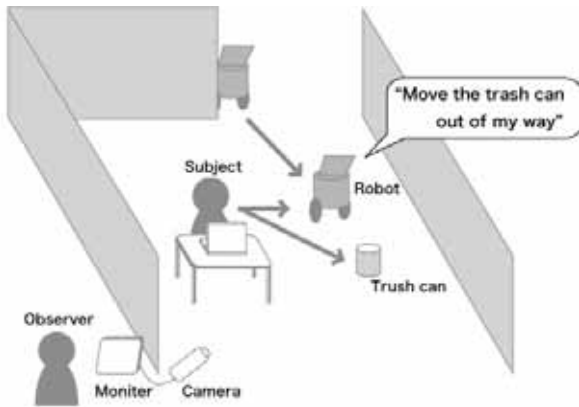


図 2. Ono らの実施した実験

面においては、相手の発話や振るまいがどのように推論を喚起させ、顕在化させるのだろうか。人間が相手と関わろうとする場合には、なんらかのものごとを伝えようと意図した時である。そのとき人間は発話や目線、ジェスチャーなど様々な刺激を相手に投げかけることにより自分のメッセージを相手に伝えようとする。スベルベルらは、人間が何かを伝えようと意図する場合、行動や発話によって特定の反応を引きだそうとする意図と、自分に伝えたい何かがあるということを伝える意図の二つが必要であると述べている。このうち前者を「情報意図」と、後者を「伝達意図」と呼んだ。

図 1 に次から述べる説明に関する図を示す。例えば、A という人間が気温の高い部屋の温度を低くするために、B という人間と目線をあわせながら「暑いなあ」と発話し、うちわで自分をあおんでいる場面を設定する。この時の A の「暑いなあ」という発話は、「今私は暑いと感じている」というメッセージを伝えるための、情報意図による行為であり、B と目線をあわせるという行為は、「私はあなたに伝えたいことがある」というメッセージを伝えるための、伝達意図による行為である。この例の場合は、A の意図が B に伝わり、冷房を付けたり窓を開けるといった行為に現れ、A の目的を達成することができる可能性が高い。しかし、もし A が B の方を見ずに発話した場合、つまり情報意図だけが伝わり伝達意図が伝わらなかった場合は、B にとって A の発話が文法的に理解はできても行動に移ることができず、結果として A の目的が達成できなくなる。この例をさらに詳しく述べると、A の伝達意図が伝わった場合、A による発話から B によって「窓をあける」や「冷房をつける」といったいくつかの推論が顕在化され、結果として行為に移ることができる可能性が高い。一方 A の伝達意志が伝わらなかった場合、A の発話は理解することができたとしても様々な推論が顕在化されず、行動に移ることができない可能性が

高くなる。つまり、情報意図と伝達意図双方が受け手側に認知されることによりある推論の顕在性が高まり、結果として円滑な対話の実現されるということである。

このように受け手側が伝達意図を認知することは自分自身の推論を促すことに繋がり、送り手中心の対話を、送り手と受け手の共同作業へと変化させると考えられる。言い換えると、伝達意図を認知することは、お互いの認知環境を共有させることに繋がり、2 者の間で推論が相互に顕在化されるということである。これは、我々の目指す双方向的な対話に繋がるため、本研究において考慮する必要があるのではないかと考える。

## 2.2. インタラクティブシステムとの対話

関連性理論は人間 人間の対話を議論したものであるが、これは人間 インタラクティブシステムとの対話においても適用することができるのだろうか。前述した通り、円滑な対話には送り手側の伝達意図を受け手側が認知し喚起された推論の顕在性を高める必要がある。そのため、人間 インタラクティブシステム間における対話に対して関係性理論を適用するためには、まずインタラクティブシステムの伝達意図を人間に認知させることが必要である。

Ono らはロボットが発話する聞き取りづらい合成音声人間が理解し行動できるかどうかを実験によって検証した(図 2)。この実験の結果は、人間がインタラクティブシステムの発話を認知することに関して、有用な知見を示している。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対話を行っている。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いてあり、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「ごみ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、対話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、ごみ箱をどけた。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、ロボットの情報意図及び伝達意図を認知することができ、その結果ロボットの発話の理解と、ごみ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、ロボットの情報意図及び伝達意図を認知することがで

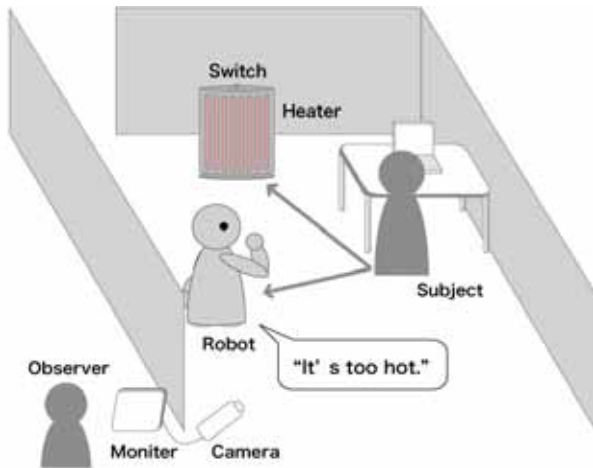


図 3. 実験環境

きず、箱をどけることができなかつたと考えられる。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、その間の関係性が非常に重要であるといえる。つまり、インタラクティブシステムとの円滑な対話の実現には、両者の間に感情的な関係を築く必要があり、これにより我々の目指す双方向的な対話が実現される可能性があるのではないかと考える。

そこで今回我々はインタラクティブシステム間を移動可能なエージェントを用いて、インタラクティブシステムと人間との間の対話にスペルベルらの提案した関連性理論を適用することができるかどうかを心理実験によって検証した。また、インタラクティブシステムと人間との間の関係性によって、発話理解や振る舞いなどによって人間の認知能力にどのような影響を与えるかを検証した。

### 3. 評価実験

インタラクティブシステムと人間との間の関係性が、人間の発話理解や振る舞いに与える影響を検証するための心理実験を実施した。Ono らの研究では、ロボットの発話は「ごみ箱をどけてください」というものであった。これは、ごみ箱をどけてほしいという欲求をそのまま発話したものである。つまり、発話を文法的に認知できるかどうかに関心があっていた。この実験は、ロボットの発話が直接的であるため人間とインタラクティブシステムの関係によって人間の発話理解に与える影響を検証することができるが、関連性理論における情報意図及び伝達意図の認知に与えた影響を検証することはできない。なぜなら、情報意図及び伝達意図どちらかが認知されない場合の人の様子が観察されないからである。そこで本実験では、インタラクティブシステムの発話を直接的なものではなく、婉曲的な表現にすることにより、被験者が情報意図及び伝達意図を認知し、発話の意図を理解することができるかどうかを検証した。



図 4. エージェントのロボットへの移動(左から右)

今回実験に際して、インタラクティブシステムと人間との間に感情をともなった関係を築くために、我々が提案している ITACO システムを用いた[8]。ITACO システムとは関係を保持したまま環境内に存在しているインタラクティブシステムへ移動可能なエージェントが、ユーザに対して適切な支援を行うエージェントシステムである。ITACO システムを用いた理由として、すべてのインタラクティブシステムと感情をともなった関係を築くことが難しい点が上げられる。例えば、ラップトップ PC に存在するエージェントはグラフィックスやスピーカー、マイクといったリソースを用いることができるため、人間と豊かな対話が可能である。しかし、それがランプであった場合どうなるだろう。ランプの持つリソースはスイッチの ON, OFF 及び多少の改造によってスピーカー機能程度である。これでは、人間との間に感情的な関係を築くことは難しいと考えられる。ITACO システムは、豊富なリソースをもったインタラクティブシステムにおいて対話を行い、そこで築かれた関係を保ったまま、必要に応じてランプのようなリソースの少ないインタラクティブシステムへ移動することができる。よって今回の実験に ITACO システムを採用することにした。

#### 3.1. 実験方法

本実験は、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、また感情をともなった関係を築くことにより、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、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)、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。エージェントとの対話は、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、公立はこだて未来大学の実験室にて実施された。実験環境を図 3 に示す。エージェントとの対話のためのラップトップ PC とロボット及びスイッチ



図 5. 実験の様子(左: ヒーターのスイッチを切った時(EC), 右:ヒーターのスイッチを切らない)

の入ったヒーターを設置した。ロボットは Vstone の Robovie-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。

### 実験条件

我々は以下の 2 つの実験条件を設定した。

#### Experimental Condition (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。

#### Control Condition (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

公立はこだて未来大学の学生 20 名(各条件ともに 10 名づつ)を対象におこなった。

### 3.2. 実験手続き

1. 被験者にエージェントと対話を行ってもらう。
2. 一定時間経過後(約 2 分),エージェントがロボットへ移動する。
3. ロボットが自分の顔を仰ぐような動作をし、「この部屋なんだか暑いなぁ」と発話する(図 5. 左)。
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ぁ」と発話する(図 5. 右)。

### 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. 実験の仮説と予測

#### 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り、関係性理論における情報意図及び伝達意図の認知に差が生まれ、CC 条件よりも EC 条件の被験者の方がロボットの発話に隠された意図を認知する割合が多くなる

#### 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「暑いなぁ」というものであると正しく認知したことが分かった。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、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。

### 3.6. 実験の考察

Q.1 の結果から、EC 条件の被験者は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たと考えられる。Q.2 の結果から、EC 条件、CC 条件の被験者は共にロボットの発話を認知することができたと考えられる。実験の様子を撮影した映像から、EC 条件と CC 条件の間でロボットの発話の意図を理解しスイッチを消すことができた被験者の数に差がみられた。

以上の結果から、設定した仮説に沿って考察する。仮説 1 の「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」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、被験者は対話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

表 1. Q.1, Q.2 及び被験者の行動の結果

	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

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 の「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り、関係性理論における情報意図及び伝達意図の認知に差が生まれることから、CC 条件よりも EC 条件の被験者の方がロボットの発話に隠された意図を認知する割合が多くなる」に関して、実験の様子を撮影した映像から仮説が支持されたと考えられる。また、Q.2 の結果と併せて考察すると、被験者はロボットの発話を文法的には理解できたが、行動に移ることはできなかつたと考えられる。仮説 2 において我々は、CC 条件の場合情報意図及び伝達意図が被験者にとって認知されづらくなり結果としてスイッチを切るといふ推論の顕在性が高くなり、被験者はスイッチを切るといふ行動に移ることができないと予測した。前述した通り、人間の言語行為においては情報意図及び伝達意図双方が受け手側に認知されなければ円滑な対話にはならない。つまり本実験の、ロボットの発話を認知することはできたがスイッチを切るといふ行動は表れなかつたという結果は、情報意図は認知されたが伝達意図が満足に認知されなかつたため、結果としてロボットの「暑いからスイッチを切ってほしい」といふ目的が達成されなかつたとすることができる。この結果から、人間とロボット(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たかそうでないかで、内容意図の認知に差が生まれるということが分かった。

以上の考察から、関係性理論を人間 人間だけでなく、人間 インタラクティブシステムの対話に適用するためには、両者の間に感情をともなった関係を築くことが重要な要素の一つであると考えられる。また、それにより人間とインタラクティブシステムの間での円滑な対話が実現されるのではないかと考える。

#### 4. まとめ

我々は本論文においてエージェントの発話に隠された裏の意図を人間が理解し正しい行動に移ることができるかどうかを、心理実験によって検証した。また、エージェントと人間との間に感情的な関係が築かれている場合と築かれていない場合との間で、意図の理解に違いが生まれるかどうかを検証した。また、言語行為によって生まれる対話のメカニズムについて論じられている関係性理論について記述した。その後評価実

験によって関係性理論が人間 インタラクティブシステムの対話においても適用可能であることを示した。そしてその際、人間とインタラクティブシステムの間には築かれた関係が、両者の対話に少なからず影響を及ぼすことを示した。

本研究の目標は、人間とインタラクティブシステムの間には感情をともなった関係を築くことにより、双方向的な対話を実現することである。そのためには、今後も人間とインタラクティブシステムの間での対話について、言語的な要素だけではなく、様々な角度から検証し、その知見を基にシステムをデザインする必要があると考える。

#### 文 献

- [1] 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.
- [2] 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
- [3] Donald A. Norman. Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things, Basic Books, ISBN-10 0465051366, 2005.
- [4] Tetsuo Ono, Michita Imai, and Ryohei 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.
- [5] Paul Grice. Studies in the Way of Words. Harvard University Press, ISBN- 0674852710, 1991.
- [6] Deirdre Wilson, Daniel Sperber. Relevance: Communication and Cognition, Blackwell Publishing Limited, 2<sup>nd</sup> edition, 1995.
- [7] 金沢創. 他者の心は存在するか, 金子書房, ISBN-4-7608-9405-5, 1999
- [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論文誌, Vol. 8, pp. 373-380, 2006.
- [9] 今井 倫太, 小野 哲雄, 中津 良平, 安西 祐一郎. 協調伝達モデル: 関係性に基づくヒューマンロボットインタフェース, 電子情報通信学会論文 A, Vol. J85-A, No. 3, pp. 370-370, 2002 年 3 月