

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

竹内 勇剛[†] 片桐 恭弘[†]

人間は自分と類似した態度をとる他者に対して好意を抱く傾向がある。さらにこの傾向には、類似した他者とのインタラクションを想定した場合、その者との作業の円滑な進行が実現する可能性を高める効果がある。本研究では、このような社会心理学的知見をもとに、人間と擬人性を付与したエージェントとの間において人間同士と同様な社会的インタラクションが成り立っていることを心理実験を通して実証した。本実験の仮説としては、人間-エージェント間においても人間同士と同様な社会的インタラクションが観察できると考えた。それとともに、ユーザが表明した意見に同意するエージェントの方が中立的な立場をとるエージェントと比較してその後のインタラクションにおいてより親和的な反応を示すと予測した。心理実験の結果、人間が表明した意見に同意したエージェントに対して人間同士の場合と同様に親和的な反応を引き起こしていたことが明らかになった。このことから仮説は支持され、人間とエージェント間においても社会的インタラクションが成り立っていることが示された。さらに、これまで人間-エージェント間インタラクションにおいて着目されていなかった、暗示的な働きかけによってユーザの行動を無自覚的に誘導する機構の有用性も示唆された。

Inducing Social Agreement Responses toward Interface Agent

YUGO TAKEUCHI[†] and YASUHIRO KATAGIRI[†]

People tend to favor the opinions of those who previously made the same decisions as theirs. We conducted an experiment to investigate the effect of sharing opinions with interface agents on subsequent human behaviors. Three agents with distinctive appearances were used in the experiment. In the first stage, several questions are posed to a subject by the Presider agent, and the Agreeable agent shows explicit agreement to all of the answers by the subject, whereas the Neutral agent doesn't show any agreement. Then, in the second stage, both the Agreeable and Neutral agents state their own opinions to a question by the Presider agent, and the subject is required to choose between the two. All possible assignments (three patterns) of the roles of Presider, Agreeable and Neutral to the three agents were included in the experiment to exclude the possibility of decisions based on subjects liking a particular agent's appearance. The Agreeable agent was consistently in favor of the subject's decisions. We examined how the subject indicates sympathetic responses to the Agreeable agent after he/she interacts with agents. The results showed that people tend to behave favorably toward opinions of agents that previously agreed with their decisions. This suggests that Human-Computer interaction has the same social dynamics as Human-Human interaction.

1. はじめに

コンピュータの利用が今後ますます日常的になっていくことは明らかである。一方で、近年の情報処理技術の進歩とそれらが日常的な生活領域に普及したことによって、コンピュータのユーザにとって以下のような問題が顕在化してきている¹⁾。

- 人工システムの多様化と高度化によって、人間がシステムを把握しきれなくなっている。
- 情報過多によって人間の処理能力がそれに対処し

きれなくなっている。

- 自律的な振舞いをさせることが可能になったコンピュータを、単に道具として利用可能な機械として見なせなくなっている。
- ネットワークの発展によって、様々な文化やコミュニティを背景を持った人々がサイバースペースにおいて相互にかかわり合う機会が増加してきている。

これらの問題に対処するために、現在、人間とコンピュータとの間に介在するインタフェースエージェントに関する研究がさかんに行われている^{2)~5)}。インタフェースエージェントは、コンピュータを道具的に利用するだけでなく、1つの人格を備えた社会的な

[†] ATR 知能映像通信研究所
ATR Media Integration & Communications Research
Laboratories

存在 (social entity) として人間と共同してかわり合っていくことが期待されている⁶⁾。そして、インタフェースエージェントが人格を備えることによって、対人認知や対人関係の形成・維持、社会的動機付け、態度の形成・変容など、我々が日常生活の中で基本としている社会的行動がインタフェースエージェントに適用されると考えられる。すなわち、インタフェースエージェントが社会的存在として我々と人間同士と同様にかかわり合うことによって、より自然な人間-コンピュータインタラクション (HCI) を実現する端緒となることが期待されているのである。

ところが人間同士の社会的インタラクションは複雑で多様である。したがって、人格的な存在としてのコンピュータやインタフェースエージェントを実現するためには、HCI 研究における社会的インタラクションの解明に基づくインタフェース設計が必要である。このような背景のもとで、人間とコンピュータ (インタフェースエージェント) とのインタラクションが人間同士のそれと同じであることは、「人間らしさ」を備えたコンピュータを設計するうえで重要な示唆を与える。

コンピュータはそのアーキテクチャの複雑さとそれに起因した振舞いを予測することが困難であるために、単なる機械ではなくしばしば生き物のように取り扱われることがある。Reeves らは、人間はメディアに対してそれがあたかも現実であるかのように接することがあり、かつそれは自然な行動であると主張している (“Media Equation”⁷⁾)。また、Nass や筆者らによって、コンピュータに対する対人的反応は必ずしも擬人性を模したキャラクターや人格的な対象を用いなくても我々が日常的に利用しているコンピュータでの通常の作業においても観察されることが様々な心理実験を通して実証的に示されている^{8)~10)}。このことは「人間らしい」コンピュータとは、人間独特の外見や身振り、手振りなどの外面的な部分や、言語や思考などの内面的な能力をコンピュータに付与することによって実現できると考えるだけでなく、人間はどのような状況においてコンピュータを「人間」として見なししてしまうのかという問題を考慮する必要があることを示している。

本研究は、人間とコンピュータとのインタラクションは人間同士と同様に社会的であるということを前提としたうえで、社会性に基づいた人間の反応傾向を利用して人間とインタフェースエージェント (以下、単にエージェントとよぶ) との自然なコミュニケーションを成り立たせるための指針を示すことを目的とする。

そのために、選択課題を実行する場面において人間の行う判断に支持する傾向を示すエージェントに対する人間の親和動機に基づいた社会的な反応に着目し、心理実験を通して実証的にその有用性を示す。

2. コンピュータとの社会的インタラクション

2.1 コンピュータと人間の行動

日常的なコンピュータの利用に際して、コンピュータからの働きかけに対するユーザの反応は、一般的に次の2つに分類されると考える。

明示的な指示に対する応動的行動 コンピュータの明示的な指示に対してユーザがメッセージを理解し、行動する。

暗示的な働きかけに対する唆動的行動 コンピュータはユーザに対して明示的な働きかけをせずに、インタラクションを通してユーザの行動を暗黙に誘発する。

一般に我々が日常的に利用しているコンピュータでの作業においては、直接インタラクションするコンピュータプログラムに対して、人間は応動的に行動していると考えられる。すなわち、コンピュータがユーザにある行動をさせようとする場合、明示的な指示によってユーザの行動が促される状況を指す (応動的行動)。一方で、コンピュータが「人間らしさ」に表象される人格性を備えることによって、表情やジェスチャーといったようなノンバーバルな情報表現や社会的規範に則した振舞いなど、ユーザに対して暗示的な働きかけを暗黙に表現することができる可能性がある。このとき、ユーザはコンピュータによる暗示的な働きかけによって行動を促されているといえる (唆動的行動)。

人間はコンピュータなどの機械・システムとかかわるときに次のような不安にさらされる¹¹⁾。

- なぜこんなことをするのか分からない。
- 自分が今していることが全体のどのあたりに位置しているかが分からない。
- 何が大事なことが分からない。
- 何が起きているのか分からない。
- エラーを犯しそう。

ユーザの応動的な行動を求めるコンピュータインタフェースでは、このような不安を生じさせてしまうようなメッセージが数多くユーザに発せられる。そのため、以下のような配慮がインタフェース設計のうえで行われている。

- 不安をコントロールする情報を表示する。
- インタフェースの構成を分かりやすくする。
- エラーに対する不安を取り除く。

一方、「人間らしさ」を備えたエージェントの暗示的な働きかけによってユーザの唆動的行動を無自覚的に誘発することが可能になるならば、人間がコンピュータなどの機械・システムとかかわるときに生じる上記のような不安を最初から意識させない効果を期待できる。

2.2 コンピュータに対する対人的反応

人間はしばしばコンピュータに対して人格的なものとして見なすことがある。つまり自覚的にコンピュータを人格的なものとして認識している。この自覚的なコンピュータに対する対人的反応の要因としては、様々な動機が考えられる。たとえば、コンピュータを人格的なものとして見なした方が利用するうえで心的負荷が軽減されると認識している場合であったり、コンピュータ（とそれを取り巻く資源）の開発者や販売者などを想定している場合（代理説¹²⁾）、コンピュータという機械に無知なためにそれを人間だと思い込んでいたりする場合（情報欠乏説¹³⁾）、などである。

一方、人間は無自覚的にコンピュータに対して対人的に行動している場合もある。前述の文献⁷⁾で Reevesらは、人間はメディアに対してそれがあたかも現実であるかのように接することがあり、かつそれは自然な行動であると主張している。

我々は普通、設計の段階からモノや機械として利用することを目的に作られた対象に対して、人格性を有した存在や生き物として見なすことはしない。実際にはぬいぐるみなどの非生物を人格的に扱っていることがあるが、それは経験に基づいて対象との関係を意識的に形成している結果である可能性が高い。一般に人間はコンピュータのような機械やその他のモノは、無人格的なものであり非生物であると認識しているため、これらに対しては対人的な反応はしないと考えている。ところが、機械やモノに対する対人的反応は人間の意識とは独立して誘発されており、かつまた明示的な「人間らしさ」を認識していなくても引き起こされていることが報告されている^{8)~10)}。

いずれのコンピュータに対する対人的な反応の場合においても、人間はコンピュータとの関係が社会性に基づいていることを基本としている。言い換えれば、人間とコンピュータとのインタラクションは、人間同士の場合と同様に社会的であることを示唆しているといえる。

2.3 エージェントの人間らしさ

本研究で取り上げるエージェントとは、「人間らしい」外面と内面を備えたキャラクター（擬人化エージェント）を用いたエージェント指向インタフェースのこ

とを指す。これらのエージェントはアイデンティティを表象する顔や身体を持ち、音声・視線・表情・ジェスチャーなどの人間同士のコミュニケーションで使われている複数のモダリティによって人間とのインタラクションを行う。また、内面的な「人間らしさ」を表すために対話におけるメタ・コミュニケーションの管理、社会的規範に則した行動、情動的側面を理解する能力などを備えている。

「人間らしさ」を備えたエージェントは、その「人間らしさ」ゆえに次のような点を促進する効果を生み出すことができる。

- 心理的負荷の少ない自由な対話
- ノンバーバルな情報の取扱い
- 社会性に基づいた行動
- コンピュータの振舞いの予測

このような点が促進される一方で、「人間」としてのエージェントの振舞いに対する過度な期待も同時に引き起こしうる。これは人間同士では容易に理解・達成できる事柄についてエージェントとかかわり合うときほど強く生じ、エージェントが人間の期待どおりに行動しなかったときほど人間はエージェントに対して失望感を強く感じてしまう。したがって「人間らしい」エージェントを設計する際には、エージェントの「人間らしさ」をどのように帰属させているかを考慮することは重要な作業になるといえる。

対人認知は他者の性格・能力・情動・意図・態度といった人間の内面に潜む特性や心理過程を推論する働きである。コンピュータを対人認知の対象として考えたとき、一般に人間は主にその能力の面を中心的な問題としてとらえる。そのため、前述のようにコンピュータによる作業に対して過度な期待をした結果による失望感が生じる可能性が高くなる。だが、コンピュータの能力以外の点に関する対人認知が適切に行われるならば、この問題を解決するための端緒となるだろう¹⁴⁾。

3. エージェントの設計

3.1 アプローチ

これまでの人間-エージェント間インタラクション研究の多くは、エージェントの外面的性質（容姿、表情、声質など）や言語や知的処理能力といった内面的性質が人間の反応にどのような影響を与えるかという議論が中心であった。その背景には、我々が直観的に「設計の観点」から考える「人間らしさ」をエージェント（あるいはコンピュータ）が備えることによって、人間同士と同様な自然なインタラクションが実現できると考えられてきたからと考えられる。ところが人間

同士のインタラクションは多様で複雑である．そのため、直観的に「設計の観点」から考える「人間らしさ」をエージェントやコンピュータに付与するアプローチだけでは、設計者が期待する人間との自然なインタラクションを実現できない可能性が高い．

本研究では、人間とエージェントあるいはコンピュータとのインタラクションを実験的に観察することによって、どのような場合にエージェントやコンピュータとの間で自然なインタラクションが成り立っているのかを「帰属の観点」に基づいて検討する．「帰属の観点」とは、エージェントやコンピュータに対する人間が、それらの何について「人間らしさ」を帰属させているかに着目したアプローチである．「帰属の観点」に基づくアプローチは、意図されないままにインタラクションの状況や参加者に関する情報を交換しあっている人間同士と同様のインタラクションを、エージェントやコンピュータとの間で実現するためには有意義な方略となる．なぜなら、エージェントやコンピュータとの自然なインタラクションを指向したインタフェースの設計を試みるうえで、「設計の観点」に基づいた「人間らしさ」と「帰属の観点」に基づいたそれとは必ずしも一致しないことがあるからである．

3.2 ユーザの表明した意見に同意するエージェント

人間は自分と類似した態度をとる他者に対して好意を抱く傾向があることが知られている．これは親和動機 (affiliation motivation) によるものといわれ、社会心理学の分野においてこれまで様々な知見が報告されてきた^{15),16)}．親和動機とは、自分に似ていたり、好意を持ってくれたりする人に対して、近寄り、協力し、好意に報いることを求める欲求であると一般に定義されている．そこで、人間とエージェント間で人間同士と同じ親和動機に基づいた社会的インタラクションが成り立つならば、エージェントの振舞いを適切に制御することで人間に親和的な反応をさせることが可能になるはずである．

エージェントがユーザに対する肯定的な態度として、ユーザの意見に同意する傾向を示すために、以下のとおり振る舞うようにエージェントを設計した．

- (a) 明示的に別個体であると認識できる 2 体のエージェント A, B がある問題について議論をしている．
- (b) 画面上の第 3 のエージェント C がユーザに対して音声 (吹き出しつき) で意見を求めてくる．それに対してユーザは自分の意見を画面上のメニューから入力する (図 1)．このときエージェント C を進行エージェントとよぶ．



図 1 ユーザの意見を表明する

Fig. 1 A subject gives his/her decision to the agents.

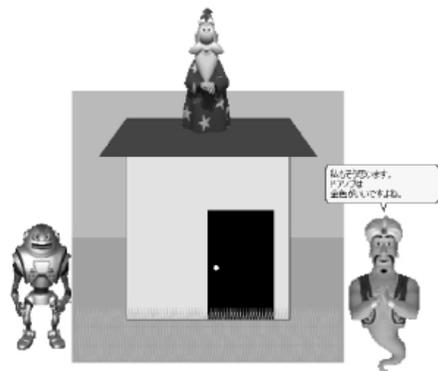


図 2 ユーザの意見に一方のエージェントが同意する (この場合右側のエージェントが同意)

Fig. 2 One agent agrees to the subject's decision.

- (c) A と B のどちらか一方のエージェントがユーザの意見に対して同じ考えであることを表明し (同意), ユーザの意見に従って問題が解決される (図 2)．このときユーザの意見に同意するエージェントを同意エージェントとよび、もう一方のエージェント (ユーザの意見に対する態度を表明しない) を中立エージェントとよぶ．

この一連のインタラクションを数回繰り返すことによって、ユーザには A と B のどちらか一方のエージェントが自分の表明した意見に対して一貫して同意することを強化学習する．この過程でユーザはそのエージェントに対して好意的な印象を形成すると考えられる．その結果、ユーザの表明した意見に対して一貫して同意することを示したエージェントの振舞いに対してユーザは親和動機に基づいて同調する傾向を示すことが予測される．

3.3 エージェントの制御

本研究で用いたエージェントの振舞いの制御には、



図 3 Microsoft Agent: “Genie” (左), “Robby” (中), “Merlin” (右)

Fig. 3 Microfot Agent: *Genie* (left), *Robby* (center), and *Merlin* (right).

マイクロソフト社製の *Microsoft Agent* を利用した . *Microsoft Agent* は , Windows95/98/NT のインタフェース上で , 動画キャラクターを使用したインタラクティブなプレゼンテーションを可能にする , プログラム可能なソフトウェアコンポーネント群である¹⁷⁾ . エージェントの制御は VB-Script で記述し , *Microsoft Internet Explorer 4.0* 上で実行した . エージェントのキャラクターには , Microsoft 社が提供している “*Genie*” , “*Robby*” と “*Merlin*” を使用した (図 3) . キャラクターは 3 次元 CG で表現され , 音声認識/合成が可能である . また , 様々な振舞いが記述でき , ジェスチャーなども含めて外見のな人間らしい振舞いをさせることができる .

4. 心理実験

4.1 方法

ユーザの表明した意見に同意するエージェントの振舞いに対してユーザが親和動機に基づいた同調反応を示すことを実証するために , 以下に示すとおりの方で心理実験を行った .

4.1.1 手続き

被験者 大学生 54 人

所要時間 1 人あたり約 30 ~ 40 分

- (1) タスク遂行における音声言語とマウス操作によるインタラクションの効果についての実験を行うと被験者に教示する . このとき , 被験者には「マウス操作群」として実験に参加してもらうと伝える .
- (2) 強化フェーズとして , 前述 (3.2 節) の (a) ~ (c) を 4 回行う . この際 , 被験者の意見に同意する同意エージェントは 1 セッションを通して一貫して同じである . したがって同様に中立エージェントも一貫して同じである
- (3) 観察フェーズとして , 被験者は強化フェーズとは異なる話題において 2 体のエージェント (同意/中立) が提案するそれぞれの意見のどちら

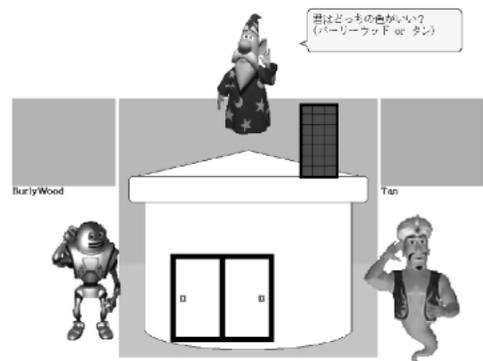


図 4 ユーザがどちらのエージェントの意見に同調するかを観察
Fig. 4 A subject gives his/her decision to the agents after an inquiry.

を支持するか態度を表明する (図 4) . 1 回の観察フェーズで被験者は 5 回 , どちらのエージェントの意見を支持するかを進行エージェントから求められる .

- (4) 特定のエージェントに対する偏った反応を避けるため , 直前のセッションとは組合せの異なる同意/中立エージェントの組と進行エージェントと人間との間で 3 セッション (2) ~ (3) を行う . この組合せの順序を各被験者ごとに変えることで , 各エージェントに対する好意についての順序効果を相殺する . また各セッションごとに 2 体のエージェントが議論する話題も変える .

なお本実験では , 強化フェーズにおいて被験者が表明した意見につねに同意するエージェントだけでなく , 逆につねに同意しないエージェント (非同意エージェントとよぶ) の場合に対する反応も観察した . これは , 親和的反応が同意エージェントだけに対して引き起こされることを明らかにするためである . エージェントがユーザの表明した意見に対して同意しないのはユーザにとってネガティブな行為であるため , 実験計画上 , 親和的反応は観察されないはずである . もしも実験結果において , 非同意エージェントに対しても親和的反応が認められたならば , 非同意エージェントの歎心を得るなどの想定外の社会的要因が混在してしまった可能性を推測することができる .

そこで被験者総勢 54 人中 24 人を同意/中立エージェント組とのインタラクション , 30 人を非同意/中立エージェント組とのインタラクションをする条件での実験を行った .

同意条件 強化フェーズにおいて進行エージェントを除くどちらかのエージェントがつねに被験者の表明した意見に同意し , もう一方のエージェントは

中立的な立場をとる。

非同意条件 強化フェーズにおいて進行エージェントを除くどちらかのエージェントがつねに被験者の表明した意見に同意せず、もう一方のエージェントは中立的な立場をとる。

4.1.2 観察項目

上記(3)の結果から、(2)で被験者の意見に同意した/同意しなかった同意/非同意エージェントの意見に対して、人間が同調反応を示した頻度の割合を求める。本稿ではこれを行動計測値とよぶ。また、実験終了後に調査票によって各エージェントに対する対人認知に関する12項目からなる質問に対して7段階尺度で心理評定(表1)を行わせ、回答された12項目の評定値の平均値を求める。本稿ではこれを心理評定値とよぶ。心理評定値については、7段階中最も評価が低い回答「まったく感じなかった」に対して1点、最も高い回答「とてもよく感じた」に対しては7点を与えて集計を行った。

さらに、12項目からなる心理評定とあわせて独立

した質問として(本実験で登場した)3体のエージェントの中から最も好感を感じたエージェント1体を選択することを求めた。回答は任意の3体のエージェントのハードコピーの1つに をする。

4.1.3 仮説と予測

実験仮説

人間同士での社会的インタラクションと同様に、自分の意見に同意したエージェントの振舞いに人間は親和的な反応を示す。

仮説にともなう予測

- 強化フェーズにおいて被験者の意見に同意していたエージェントが提案する案に対して、被験者は親和的な反応として同調反応を示す。
- 強化フェーズにおいて被験者の意見に同意しなかったエージェントが提案する案に対して、被験者は同調反応を示さない。

4.2 結果

実験終了後の調査票による回答の結果、最も好感を得たエージェント(「どのキャラクターに最も好感が持てましたか?」)は、同意/非同意条件それぞれ Merlin に対しては同意条件24人中12人、非同意条件30人中8人であった。同様に Robby に対しては同意条件24人中8人、非同意条件30人中10人、Genie に対しては同意条件24人中4人、非同意条件30人中12人であった(図5)。統計的分析を行った結果、同意条件/非同意条件のいずれでも選択されたエージェントの分布には有意な偏りは認められなかった(Cochran's Q-test において同意条件: $Q = 3.692 (df = 2)$, 非同意条件: $Q = .686 (df = 2)$)。エージェント(3要素)と実験条件(2要素)を名義変数として、この2つの名義変数の間の関連性を分割表分析したところ、

表1 質問内容
Table 1 Questions of questionnaire.

1	このエージェントに温かさを感じましたか?
2	このエージェントに誠実さを感じましたか?
3	このエージェントは外向的でしたか?
4	このエージェントに優しさを感じましたか?
5	このエージェントは良心的でしたか?
6	このエージェントは社会的でしたか?
7	このエージェントに親近感を感じましたか?
8	このエージェントは理知的でしたか?
9	このエージェントは積極的でしたか?
10	このエージェントに信頼性を感じましたか?
11	このエージェントは魅力的でしたか?
12	このエージェントは恣意的でしたか?

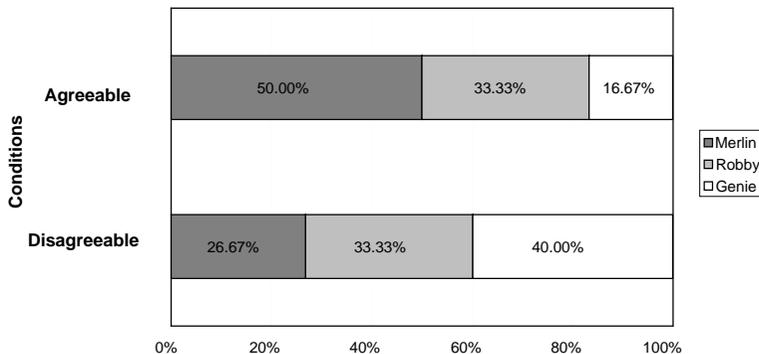


図5 好感を得たエージェントの割合(上:同意条件,下:非同意条件)「どのキャラクターに最も好感が持てましたか?」

Fig. 5 Ratios of the favored agent under the Agreeable (upper)/Disagreeable (lower) conditions. "Which agent do you feel a good impression?"



図 6 各エージェントに対する対人認知に関する心理評定値の平均 (左: 同意条件, 右: 非同意条件)
 Fig. 6 Results of an experiment: Attitudinal evaluation (left: Agreeable condition, right: Disagreeable condition).

表 2 各質問における 3 体のエージェントに対する心理評定
 Table 2 Results of statistical analysis for each question.

	同意条件	非同意条件
1. 温かさ	Merlin ($p < .005$)	—
2. 誠実さ	—	—
3. 外交的	—	—
4. 優しさ	Merlin ($p < .001$)	—
5. 良心的	Merlin ($p < .01$)	—
6. 社交的	—	—
7. 親近感	—	—
8. 理知的	—	Merlin ($p < .001$)
9. 積極的	—	Robby ($p < .05$)
10. 信頼性	—	—
11. 魅力的	—	Genie および Robby ($p < .01$)
12. 恣意的	—	—

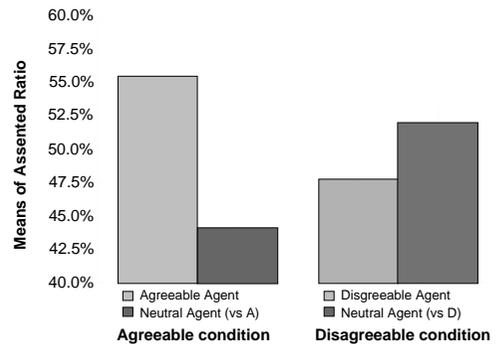


図 7 行動計測値の結果 (左: 同意条件, 右: 非同意条件)
 Fig. 7 Result of an experiment: Behavioral measure (left: Agreeable condition, right: Disagreeable condition).

この 2 つの名義変数間には関連する傾向があることが分かった ($\chi^2_{(2)} = 4.41, p = .110$). エージェントに対する好み自体にはあまり差がないが, エージェントの行動が好感度に与える影響は, エージェントごとに異なる可能性がある。

次に, 各エージェントに対する心理評定値の結果を図 6 に示す. 図に示されるように, 各エージェントに対する心理評定値は, 同意/非同意条件ともに 3 体のエージェントとの間に有意な差がなかった. なお, 心理評定の 12 問からなる各質問について, 各条件ごとに 3 体のエージェント間で差異が認められるかどうかを統計的に分析 (ANOVA) したところ, 表 2 に示す結果を得た. 表 2 の同意条件において, 1. 温かさ, 4. 優しさ, 5. 良心的に関しては Merlin が他の 2 体のエージェントに比べて統計的に有意に高い評定値を示した. また, 非同意条件では, 8. 理知的, 9. 積極的, 11. 魅力的に関してそれぞれ Merlin, Robby, Genie と Robby が他のエージェントに比べて統計的に有意に高い評定値を示した.

図 7 に同意条件および非同意条件における同調反応の行動計測値の結果を示す. 同意条件では被験者

は強化フェーズにおいて自分が表明した意見に同意した同意エージェントに対しては, そのエージェントの意見による強く同調する傾向を示し, 被験者の意見に対して中立的な態度をとった中立エージェントに対する場合に比べて統計的に有意な差が認められた ($F_{(1,23)} = 7.345, p < .05$). これに対して, 非同意条件の場合では, 強化フェーズにおいて, 被験者が表明した意見に同調しなかった非同意エージェントに対する方が中立エージェントに対してより低い同調反応を示したが, 両者の間には有意な差は観察されなかった.

各エージェントごとについて詳察すると, 同意条件では 3 体のエージェントすべてにおいて, 中立エージェントの場合に比べて同意エージェントの場合の方が, 被験者はエージェントが表明した態度に多く同調していた. また, 3 体のエージェント間で, 各エージェントが呈示した提案に対する支持の頻度には差はなかった. この結果を図 6 と比べると, 行動計測値と心理評定値の間では同じ傾向が観察されていたことが分かる. 非同意条件では 3 体のエージェント間で各エージェントが呈示した提案に対する支持の頻度には有意な差は認められなかった (図 8).

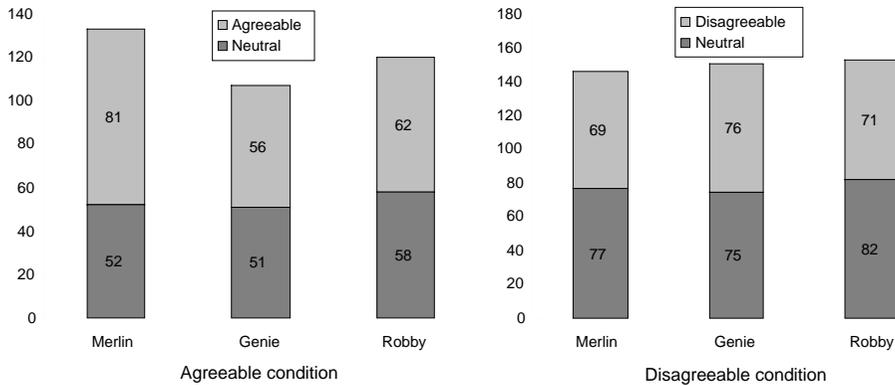


図 8 各エージェントが提示した提案に対して支持をした頻度 (左: 同意条件, 右: 非同意条件)
 Fig. 8 Results of an experiment: Responses towards each agent (left: *Agreeable* condition, right: *Disagreeable* condition).

4.3 考 察

ユーザが表明した意見を支持するエージェントの振舞いに対してユーザが親和動機に基づいた同調反応を示すことを検証する心理実験の結果, 次のことが明らかになった。

- (1) エージェントに対して感じた好意の強さが, 同意条件と非同意条件では異なる傾向を示されたエージェントが存在した。
- (2) 各エージェントに対する対人認知に関する心理評定値の結果では 3 体すべてのエージェントに対してほぼ等しくポジティブな印象を形成している。また, 同意条件と非同意条件の間での各エージェントに対する心理評定値にはほとんど違いがなかった。
- (3) 同意条件の被験者は強化フェーズで自分の意見に同意した同意エージェントに対しては, 中立エージェントと比べて有意に高い行動計測値を示した。一方, 非同意条件では, 非同意/中立エージェント間には行動計測値について有意な差は観察されなかった。
- (4) さらに同意/非同意条件ともに観察フェーズにおける 3 体のエージェントに対する同調反応においては差はなく, どのエージェントに対しても被験者の意見に同意した場合の方が中立だった場合に比べて, 同意エージェントに同調する傾向を強く示した。

これらのことから本実験の仮説は支持され, 人間は自らの態度を支持するエージェントの振舞いに親和的な反応を示すことが分かった。同時に人間がこのような社会的反応をエージェントに対して引き起こすことから, 人間-エージェント間では人間同士と同様の社会的インタラクションが成り立っていたと考えられる。

さらに (2) に示すように, エージェントに対する人間の親和的反応は, 個々のエージェントへの好意の強さに依存していなかった。そのかわり, エージェントへの親和的反応はエージェントの役割に基づく振舞い (同意/中立) に依存していたことが分かった。この結果は, エージェントの外面的・内面的な領域での「人間らしさ」だけでなく, 人間とどのようにかかり合うかという社会的関係性の側面が重要であることを示唆している。

(3) に記述したように, 非同意条件では非同意エージェントと中立エージェントの間における行動計測値には統計的に有意な差はなかった。これは観察フェーズにおいて, 同意/非同意条件ともに 2 つのエージェントの提案に対して, 「どちらの提案を支持するか」という課題を与えたために差が生じなかった可能性が考えられる。もし, 「どちらの提案を支持しないか」という課題を与えたならば, 非同意条件においても同意条件と同様に, 2 体のエージェントに対する行動計測値に有意な差が観察された可能性が高いと考える。すなわち, 親和的反応 (同調反応) は, 厳密にはフィードバック要因 (エージェントによる同意/非同意) と課題要因 (肯定的/否定的な設問) 間の交互作用のもとで観察されるものなのかもしれない。ただし本稿では, ユーザが表明した意見に同意するエージェントの振舞いに対して, ユーザが親和動機に基づいた同調反応を示すことを明らかにすることが目的であったため, 観察フェーズにおける課題要因に関する手続きは行わなかった。

本実験において, 被験者は観察フェーズにおける反応で, 2 体のエージェントが提示するどちらか一方の提案を支持する。このとき, 被験者は先行する強化フェーズにおいて, そのエージェントがどのようなフィード

バックを呈示してきたかは自覚せずに選択していたと考えられる。本実験で観察された同意エージェントに対する親和的反応が自覚的であったならば、図6において同意条件と非同意条件の心理評定値に異なった傾向が観察されるはずである。だが心理評定値についての実験結果では、同意/非同意条件ともに違いがなかった。また行動計測値でも、自覚的な反応によって図7に示すような結果が得られたならば、同意条件なら各エージェントについて、同意エージェントの場合と中立エージェントの場合の間で同意エージェントの方が有意に高い行動計測値を示していなくてはならない。これらのことから、被験者らは対人認知に関する意識的な心理評定に基づいて行動していたのではなく、親和動機に基づく同調反応を無自覚的に引き起こしていたと推察することができる。

無自覚的な対人的反応がエージェントに対しても現れることは今後の人間-コンピュータ間インタラクションの設計に重要な示唆を与える。2.1節で述べたように、コンピュータのようにそのアーキテクチャが複雑でかつ振舞いの予測が困難な機械・システムから発せられるメッセージは、そのメッセージが発せられた理由やユーザがおかれている状況に関して様々な疑問や迷いをユーザに生じさせる可能性が高い。それに対して、インタラクションを通してユーザの行動を暗黙に誘発する機構は、次に示すような状況で有用かもしれない。

- 機械・システムの仕様上、ユーザに所定の手続きを行わせなくてはならない場合（新しいフロッピーディスクのフォーマットなど）
- 複雑な機械・システムのアーキテクチャによる計算の結果、ユーザにある行為を要求・奨励する場合（リコメンデーションシステムなど）
- 機械・システムを利用する際に時間的・物理的制約がある場合（キャッシュディスペンサーなど）

今後エージェント技術は、コンピュータが社会的存在として自律的に振る舞ううえで重要な役割を担ってくると考えられる。そして人間とエージェントとの間で社会的インタラクションが成り立つことで、複雑さを増す一方の情報処理システムに対する認知的理解のしやすさを改善し、コミュニケーションを容易にすることが期待できる。

なお、本実験を通して示唆された知見は、人間-エージェント間における社会的インタラクションの一側面を示したものであり、全容とはいえない。たとえば、人間社会では、相手のパーソナリティや社会的役割などの様々な文脈性を背景に対人関係を形成し、維持

している。本実験ではエージェントに対するそれら社会的な文脈性については特に統制しなかった。そのため、被験者に本実験以前に用いられた3体のエージェントに関しての知識やそれらと関与した経験があった場合、あるエージェントに対する反応に何らかのバイアスが影響していた可能性は否定できない。また、個々のエージェントに対する外見の親しみやすさや、実験におけるタスクに対して適切な外観を有していたと思うかどうかなど、被験者自身の価値観に基づくバイアスが実験結果に反応してしまう可能性もある。本実験では、このようなバイアスによる影響が実験結果に反映しないように順序効果や各エージェントの役割を固定化しないといった対策を手続き上講じ、その影響は実験結果では確認されなかった。しかし、何かのタスクを長期的に遂行することを目的とした場合や、継続的に関係を維持していかななくてはならない場合でのインタラクションでは、個々のユーザが持つ種々のバイアスの影響を考慮する必要があるだろう。

5. ま と め

本研究では、親和動機に基づいた人間と人格化されたエージェントとの社会的インタラクションに焦点をあてた。そこであるエージェントが自分の意見に同意した場合、人間はそのエージェントに対して親和動機に基づいた同調反応を示すことを心理実験によって実証した。このことは人間-エージェント間におけるインタラクションも人間同士と同様に社会的であることを強く示唆している。

コンピュータに対する人間の行動を予測することは困難である。だが、もし人間とコンピュータとの間で社会的なインタラクションが成り立っているならば、エージェントの振舞いを適切に管理することで、人間を無自覚的にかつ自然に常識や社会的規範、ルールに順応させることが可能になるだろう。今後、人格化されたエージェントを設計するうえで本研究で得られた知見は有益な方向性を示すことができる。一般的な社会性から逸脱したエージェントの振舞いは、人間とエージェントによる社会的関係を形成するうえで障害となる。それゆえ、我々が自然かつ快適に人格化されたエージェントと共生していくためには、人間-コンピュータ間におけるインタラクションの構造を究明していくことは今後重要な研究課題となるはずである。

謝辞 本研究で用いた実験用システムの構築に協力してくださいました豊橋技術科学大学大学院に在学中の永澤和行君と、被験者を募集する際に様々な便宜を図ってくださいました方々にお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 西田豊明：ネットワーク社会とエージェント—擬人化された人間工学システム，情報処理学会誌，Vol.38, No.1, pp.10-16 (1997).
- 2) 長尾 確：マルチモーダルインタフェースとエージェント，人工知能学会誌，Vol.11, No.1, pp.32-40 (1996).
- 3) Kautz, H.A., Selman, B. and Coen, M.: Bottom-up Design of Software Agents, *Comm. ACM*, Vol.37, No.7, pp.143-146 (1994).
- 4) Ball, J.E., Kurlander, D.J., Ling, D.T., Miller, J., Skelly, T., Stankosky, A. and Thiel, D.: Persona: An Animated, Conversational Assistant as Computer Interface, *Believable Agents*, pp.4-7 (1994).
- 5) 竹林洋一：音声自由対話システム TOSBURG II—ユーザ中心のマルチモーダルインタフェースの実現に向けて，信学論 (D-II)，Vol.J77-D-II, No.8, pp.766-777 (1994).
- 6) Nagao, K. and Takeuchi, A.: Social Interaction: Multimodal Conversation with Social Agents, *Proc. 12th national Conference of Artificial Intelligence*, Vol.1, pp.22-28 (1994).
- 7) Reeves, B. and Nass, C.: *The Media Equation*, Cambridge University Press (1996).
- 8) Nass, C., Steuer, J. and Tauber, E.: Computers are Social Actors, *Proc. CHI '94*, pp.72-78 (1994).
- 9) 竹内勇剛，片桐恭弘：人間—コンピュータ間の社会的インタラクションとその文化依存性—互惠性に基づく对人的反応，認知科学，Vol.5, No.1, pp.26-38 (1998).
- 10) 竹内勇剛，片桐恭弘：社会的な人間—コンピュータインタラクションにおける個性の帰属，情報処理学会論文誌，Vol.40, No.2, pp.623-631 (1999).
- 11) 海保博之，原田悦子，黒須正明：認知的インタフェース—コンピュータとの知的つきあい方，新曜社 (1991).
- 12) Searle, J.R.: Minds, Brains, and Programs, *The Behavioral and Brain Science*, Vol.3, pp.417-458 (1980).
- 13) Turkle, S.: *The Sccond Self: Computers and the Human spirit*, Simon & Schuster, New York (1984).
- 14) 鈴木紀子，竹内勇剛，石井和夫，岡田美智男：状況に引き出された発話による対話の形成とその心理的評価，情報処理学会論文誌，Vol.40, No.4, pp.1453-1463 (1999).
- 15) Murray, H.A.: *Explorations in personality*, Oxford University Press (1938).
- 16) Davis, D.: Implications for interaction versus effectance as mediators of the similarity-attraction relationship, *Journal of Experimental Social Psychology*, Vol.17, pp.96-116 (1981).
- 17) Microsoft Corporation，ドキュメントシステム (訳)：Microsoft Agent プログラミング技法，日経 BP ソフトプレス (1998).

(平成 11 年 10 月 29 日受付)

(平成 12 年 4 月 6 日採録)



竹内 勇剛 (正会員)

1992 年宇都宮大学工学部情報工学科卒業。1999 年名古屋大学大学院人間情報学研究科博士後期課程修了。博士 (学術)。現在，ATR 知能映像通信研究所第四研究室客員研究員。社会性に基づく人間-人工物間のコミュニケーションに関する研究に従事。モノや人間以外の生き物に対する「人間らしさ」の帰属に関する問題に興味がある。認知科学会，人工知能学会，ヒューマンインタフェース学会会員。



片桐 恭弘 (正会員)

1981 年東京大学大学院工学系研究科情報工学専門課程修了。工学博士。現在，ATR 知能映像通信研究所第四研究室長。コミュニケーションの文脈依存性に興味を持つ。現在，マルチモーダル・インタラクションの分析，人間・機械コミュニケーションにおける社会心理，エージェントインタフェースの研究を行っている。日本認知科学会，人工知能学会，言語処理学会，社会言語科学会，IEEE，AAAI，ACL，国際語用論学会，Cognitive Science Society 会員。