

氏名	小川 浩平
学位名	博士（システム情報科学）
学位記番号	第14号
学位授与年月日	平成22年3月19日
学位論文題目	エージェントの身体的特徴が人と人工物の対話に及ぼす影響の評価

論文審査委員	主査	岡本 誠
	副査	川嶋 稔夫
	副査	松原 仁
	副査	小野 哲雄
	副査	石黒 浩（大阪大学 教授）

## 論文要旨

本研究の目的は、心理実験を通じて人工物が持つ身体的特徴及び人と人工物との間の関係性が対話に与える影響を調査することである。この目的を設定した理由は2つ挙げられる。1つ目の理由として、現代における科学技術の進展により仮想と現実との境界が曖昧になりつつある点が挙げられる。ネットワーク技術やコンピュータの小型化などにより、これまでは対話の対象にはなり得なかった人工物に対話機能を持たせることができるようになった。このような状況から、人と人工物との対話は今後重要になることが予想される。そのため、人工物が持つ身体的特徴が人との対話に与える影響を研究対象にすることには意味があると考えた。2つ目の理由は、人同士の対話同様、人工物との間の対話の際にも双方の間に築かれた関係性が、対話に影響する可能性がある点が挙げられる。人同士の対話においては一定の知見がすでに得られているが、人と人工物との間の対話において、両者の間に築かれた関係性が対話に与える影響は現在のところ多くの知見は得られていない。そのため、本研究では人工物との間に関係性を築き、人工物を対話の対象とすることができるITACOシステムを用いる事により、この点を調査した。以上の2つの項目を検証することにより、本研究では次の時代の人と人工物との対話のデザインに際して有用な知見を得ることができると考えた。

本研究を実施するにあたり、本来であれば対話の対象にはなり得ない人工物と対話することができるシステムを実現する必要があった。そのため本論文では、既存のエージェント技術をエージェントの身体的特徴という観点から「スクリーンエージェント」「バックグラウンドエージェント」「ロボティックエージェント」という3つのカテゴリに分類するこ

とにより、これまで提案されてきたエージェント技術におけるエージェントが、どのような特徴を持つかを展望した。その結果、3つのカテゴリにおけるエージェントにはそれぞれ長所と短所が存在し、それぞれの長所を統合し、短所を補うことにより本研究で提案したITACOエージェントを実現できると考えた。

ITACOエージェントは状況に合わせて様々な人工物の間を移動する事により、人との対話を通じて適切なサポートを行うエージェントである。ITACOエージェントにより本研究の2つの目的を検証することができた。その理由として2点挙げられる。1つ目は、ITACOエージェントは元々対話機能を持たないと推定されるテーブルランプの様な人工物にエージェントが移動することによって一定の対話能力を持つ人工物であると推定させることができる点である。2つ目は、対話の端緒をつかみやすいスクリーンエージェントで対話を行うことによって両者の間に関係性を築き、その後検証したい人工物へ移動することにより、関係性が人と人工物との対話に与える影響を検証することができる点である。

本論文では、ITACOエージェントが人にどのように認知されるかについても同時に調査をした。ITACOエージェントは人工物に移動する際見かけを変化させる。そのためエージェントが見かけを変化させた際、同一のエージェントであると認知することができなかった場合、本研究の目的を検証することができなくなる。そこで本研究では、実験により目的の調査に加えてエージェントが人工物へ移動したと認知することができたかどうかについても検証することにした。

本論文では、エージェントの身体的特徴が対話に与える影響、関係性が対話に与える影響を4つの実験によって検証した。1つ目の実験では、人に酷似した身体的特徴を持つアンドロイドが対話に及ぼす社会的影響力を検証した。遠隔対話メディアとしてのアンドロイドが人との対話に与える影響に関しては、すでに研究されている。その実験から、人工物としてのアンドロイドは人に操作されたとしても違和感を感じさせることはないことが分かった。つまり、テーブルランプと違い人に酷似した身体的特徴を持ったアンドロイドは、やはり人と同等の対話能力を持ちうるという事である。そこで本実験では、アンドロイドの身体的特徴が持つ社会的影響力をより深く検証することにより、アンドロイドの特徴を明らかにする事を目的にした実験を行った。実験は、Video, Human, Androidの3種類のエージェントが同一の説得行為を実験参加者に対して行う事により、それぞれの説得エージェントの持つ社会性を検証した。また、実験時に説得エージェントに対してのパーソナリティの特性をテストしてもらうことにより、見かけが人に酷似したアンドロイドがどのような性格特性を持ちうるかに関して調査を行った。その結果、社会性の尺度の一つである説得の度合いに関してはVideoがもっと説得力があったということが分かった。パーソナリティに関しては、アンドロイドは人と比べ地に足がついている。落ち着いた雰囲気といった印象を与える事が分かった。このことから、アンドロイドはより保守的で落ち着いた性格性を持つ事が分かった。このことから、アンドロイドはこれまでのロボットでは適さなかった状況に適合することができる可能性があることが示された。またアンドロイドは

他の人工物と違い人と全く同等の能力を持ったとしても、対話する人に対して違和感を与えないだけでなく、権威などの存在感をも与える人工物であると考えられた。

2つ目の実験では、テーブルランプとの対話実験である。本実験では、テーブルランプに対して人はどのように対話を試みるかを検証した。また、エージェントがテーブルランプへ移動したことを人が認知できるかどうかを検証した。具体的には、対話を行ったエージェントがテーブルランプへ移動し、その後テーブルランプのスイッチを切って下さいと実験参加者に対して依頼したときの実験参加者の振る舞い及び印象から、目的を検証した。実験の結果、3つのことが分かった。まず、人はエージェントがテーブルランプへ移動したことを認知することができた。次に、人工物の持つ身体的特徴は人との対話に一定の影響を与えることが分かった。最後に、エージェントの持つ属性全てを完全にテーブルランプへ移動することはできないことが分かった。その理由として、テーブルランプが持つ身体的特徴とエージェントの持っていた能力の不適合が原因である可能性が考えられた。

3つ目の実験では、エージェントのテーブルランプへの移動実験での結果を受けて、テーブルランプがさらに高度な対話能力を備えた場合に、人がテーブルランプに対してどのように振る舞うかを検証した。具体的には、実験参加者とテレビ会議をしている実験者が画面からテーブルランプへ移動し、その後はテーブルランプを介して実験参加者と対話を行うことにより、テーブルランプに人と同等の知能を持たせた場合に、人と人工物がどのような対話を試みるかを検証した。

実験の結果、人と同等の能力をテーブルランプが持ち合わせた場合、人はその機能と身体的特徴の間の違いの大きさに混乱を覚え、円滑な対話ができなくなったことが分かった。また実験者がテーブルランプへ移動したという事実を理解することができなかった事から、テーブルランプに人と同程度の高度な知能を持たせることは困難であることが明らかになった。エージェントがテーブルランプへ移動する実験と合わせて考察すると、テーブルランプはITACOシステムを適用するなどの工夫により、バーチャルエージェント程度の知能であれば持ち合わせることができるが、人と同等の知能を持つことは困難であると考えた。

4つ目の実験では、人はヒューマノイドロボットとどのような対話を試みるかを検証した。テーブルランプにエージェントが移動する実験では、エージェントがテーブルランプに移動したことを認識させることができた。テーブルランプに人が移動する実験では、移動したという事を認知させる事ができなかった。このような結果が示された理由として、人工物の持つ身体的特徴と機能が適合しない場合、人との対話にネガティブな影響を及ぼすのではないかと考えた。そこで本実験では、人と似通った身体的特徴をもったヒューマノイドロボットは人とどのように振る舞うかを検証する実験を行った。具体的な実験方法としては、実験参加者と対話を行ったスクリーンエージェントが対話に飽きた事を理由にロボットへ移動する。その後、ロボットからの「なんだか暑いなあ」という発話に対して、実験参加者がどのような反応をするかを検証した。

実験の結果、実験条件の実験参加者の多く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。また、実験条件の多くの実験参加者がロボットの発話の意図を理解する努力をし、ヒータの電源を消すという行動に移る事ができたことがわかった。この結果から、エージェントをロボットへ移動させることは可能であることがわかった。またエージェントがロボットへ移動することにより人の人工物に対する関与を引き出す事ができ、結果的に円滑な対話を実現できることが分かった。また、ロボットの突然の発話にもかかわらず実験参加者の多くは発話の内容を理解することができたという結果から、ロボットが持つ身体的特徴は高い対話能力を備えている事を推定させる力がある事が分かった。

以上の実験から、仮説に沿って議論を行った。まず人工物の身体的特徴が対話に与える影響に関して、人は人工物の身体的特徴の違いによって社会的な振る舞いを変化させることが分かった。また、人工物は身体的特徴が人に近づくほど、人に近い対話能力を持つと認知させることができることが分かった。加えて、ITACOエージェントを用いることにより、人工物が持つことができる機能を補強することができる可能性が示された。

本研究では、実験を通じてITACOエージェントの実現可能性についても検証を行った。その結果、エージェントの移動を人は認知することができることが分かった。それにより、エージェントとの間に築かれた関係性が人と人工物との間の対話にも一定の影響を与えることが分かった。これにより、ITACOエージェントのコンセプトの妥当性が示されたのではないかと考える。また、同時に人がテーブルランプへ移動する実験の結果から、エージェントの機能と移動先の人工物の持つ身体的特徴を考慮する必要があることも明らかになった。

これらの結果から、ITACOエージェントは人工物の持つ対話の機能を補強することができるエージェントシステムであることが示されたと考える。これにより、時代に合った、人と人工物の対話を支援するシステムの一つとして一定の成果を示すことができたと考えた。さらに、本論文では人工物の持つ身体的特徴が対話に及ぼす影響を検証した。この知見は、ITACOエージェント以外のシステムのデザインの際にも有用な知見になると考えた。

## 審査結果の要旨

本研究の目的は、心理実験を通じて人工物が持つ身体的特徴及び人と人工物間の関係性が対話に与える影響を調査することである。この目的を実現するため、本研究では2つの対話システムを提案および実装し、これらのシステムを用いて心理実験を行った。

提案した2つの対話システムとは、ITACOエージェントシステムとアンドロイドシステムである。ITACOエージェントシステムとは、ソフトウェアエージェントが状況に応じてさまざまな人工物間を移動することにより、人との円滑な対話を通じて適切な支援を行うシステムである。また、アンドロイドシステムとは、人に酷似した外観を持った対話システムである。

本研究では、これら2つのシステムを用いて、エージェントの身体的特徴が対話に与える影響および関係性が対話に与える影響を検証するため、4つの心理実験を行った。まず1つ目の実験では、人に酷似した身体的特徴を持つアンドロイドが対話に及ぼす社会的影響力を検証した。遠隔対話メディアとしてのアンドロイドが人との対話に与える影響に関しては、すでに研究されている。その実験から、人工物としてのアンドロイドは人に操作されていたとしても違和感を与えないことが知られている。そこで本実験では、アンドロイドは人の身体的特徴が持つ社会的影響力をより深く検証することにより、アンドロイドの特徴を明らかにすることを目的とした実験を行った。本実験は、Video, Human, Androidの3種類のエージェントが同一の説得行為を実験参加者に対して行うことにより、それぞれの説得エージェントの持つ社会性を検証した。実験の結果、社会性の尺度の一つである説得の度合いに関してはVideoがもっと説得力があったということが明らかとなった。また、パーソナリティに関しては、アンドロイドは地に足がついている。落ち着いた雰囲気といった印象を与える事が明らかとなった。つまり、アンドロイドは他の人工物と比べ、人に対して保守的で落ち着いた性格性を与えることが明らかとなり、従来のロボットでは用いることができなかった状況にも適合することができる可能性があることが示された。

2つ目の実験は、ITACOエージェントがテーブルランプへ移動した場合、人はこの移動を認知することができるかどうかを検証した。具体的には、対話を行ったエージェントがテーブルランプへ移動し、その後テーブルランプのスイッチを切るというタスクを実験参加者に対して依頼した。実験の結果、以下の3つの点が明らかとなった。第1に、人はエージェントがテーブルランプへ移動したことを認知することができた。第2に、人工物の持つ身体的特徴は人との対話に一定の影響を与えることが明らかとなった。第3に、エージェントの持つ属性すべてを完全にテーブルランプへ移動することはできないことが明らかとなった。その理由として、テーブルランプが持つ身体的特徴とエージェントの持っていた能力の不適合が原因である可能性が示唆された。

3つ目の実験では、上記の第2実験の結果をうけて、テーブルランプがさらに高度な対話能力を備えた場合に、人がテーブルランプに対してどのように振る舞うかを検証した。具体的には、実験参加者とテレビ会議をしている実験者が画面からテーブルランプへ移動するという実験条件を設定した。実験の結果、人と同等の能力をテーブルランプが持ち合わせた場合、人はその機能と身体的特徴の間に違和感をおぼえ、円滑な対話ができなくなったことが明らかとなった。第2実験の結果と合わせて考察すると、テーブルランプなどの人工物は、ITACOシステムを適用することにより、ソフトウェアエージェント程度の知能であれば違和感をおぼえることはないが、人と同等の知能を想定した場合は大きな違和感を持つことが明らかとなった。

4つ目の実験では、ITACOエージェントがヒューマノイドロボットへ移動した場合、人はこのロボットとどのような対話を試みることができるかを検証した。第2実験では、エージェントがテーブルランプに移動したことを認識させることができたが、第3実験では、人が

テーブルランプへ移動したことを認識させることができなかった。これらの実験の結果から、人工物の持つ身体的特徴と機能が適合しない場合、人との対話にネガティブな影響を及ぼすと予想される。そこで本実験では、人と似通った身体的特徴をもったヒューマノイドロボットは人とどのような対話が可能かという問題を検証する実験を行った。具体的な実験手順としては、実験参加者と対話を行ったソフトウェアエージェントが対話に飽きた事を理由にロボットへ移動する。その後、ロボットからの「なんだか暑いなあ」という発言に対して、実験参加者がどのような反応をするかを検証した。実験の結果、エージェントがロボットへ移動した実験条件の実験参加者の多くは移動自体を認知することができた。さらに実験能研の多くの実験参加者がロボットの発言の意図を理解する努力をし、ヒータの電源を消すという行動をとることが明らかとなった。この結果から、エージェントをロボットへ移動させることにより、人と円滑な対話を実現することが可能であることが明らかとなった。

本研究では、人工物の持つ身体的特徴が対話に及ぼす影響を検証した。4つの実験から、以下の点が明らかとなった。まず人工物の身体的特徴が対話に与える影響に関して、人は人工物の身体的特徴の違いによって社会的な振る舞いを変化させることが明らかとなった。また、人工物は身体的特徴が人に近づくほど、人に近い対話能力を持つと認知されることが明らかとなった。さらに、ITACOエージェントの手法を用いることにより、人工物が持つ機能をさらに補強することができる可能性が示された。これらの知見は今後、人と対話する能力を有する人工物をデザインする際に有用な知見になると考える。