

社会科学のアプローチに基づく コミュニケーションロボット・ 擬人化エージェントの設計に向けて ——人間観察によってデザインされたロボットは 「不気味の谷」を渡れるか?——

Towards Communicative Human-like Agents and Humanoid Robots Designed by
Social Science Approach: Can Socially-designed Robots Get over the
“Uncanny Valley?”

武川直樹

A bstract

コミュニケーションを目的とするロボットや擬人化エージェントの表出・認識の機能は極めて限定され、人とのコミュニケーションは満足できるレベルになっていない。この問題を解決するためには、人同士のやり取りに学び、人とロボットが相互に共時的に振舞いができなければならない。この解決のため、認知心理学、社会心理学、言語心理学、工学を融合した新しいアプローチ、またそれに基づく研究事例が多く見られるようになってきた。本稿では、人のコミュニケーションを観察、分析してその仕組みを明らかにして、得られた知見をロボット・擬人化エージェントのデザインに適用する、という挑戦的な研究の背景にある理論、また分析のアプローチを紹介し、最後に、今後の研究の方向性について議論する。

キーワード：コミュニケーションロボット、ヒューマンエージェントインタラクション、人文科学と工学の融合、設計論、行動分析

1. はじめに一人のコミュニケーション、 ロボットのコミュニケーション—

(1) 小話

「今日の午後の予定を教えて？」とH部長が言うなり、「はいっ。1時からAさんと打合せ、4時からN支店とテレビ会議です。」とRが答えた。Rは、先週オフィスに導入された人間形ロボットである。コンピュータ操作が苦手なH部長には必須のパートナーである。優秀で非常に気に入ったのだが、話をするときに丁寧な感じが過ぎてどうも互いのテンポが合わない。コピーを渡してくれるときにも「どうぞ…」から渡すまでが遅く、思わず「どうかしたか？」とRの顔を見てしまったりすることがあるのが不満だった。そこで、昨日エンジニアに依頼して動作のパラメータを調整してもらい、

今朝Rが帰ってきたところだ。部長が「よし、テンポがいいぞ…では、資料をそこに頼む…」、「どうぞっ。」Rは部長が言い終わらないうちに資料を机にたたきつけるように置いて出て行った。部長は、Rの機嫌が悪いのかと心配になった。

(2) 背景：なぜ人の観察に基づくエージェント、ロボットの設計が必要となったか？

現在、我々は、パソコン、携帯電話、カーナビ、デジタルオーディオなど情報家電製品によって様々なサービスを享受している。これらの高度な機械を快適に使うにあたり、使いやすさのデザイン論が必要となり、「人間中心デザイン」として設計論が確立し、デザインの枠組みとして有用性が高い。一方、近い将来、ロボットやコンピュータ上の擬人化エージェントが身近になると予想されるが、これらの人間形の自律機械に対するデザイン論は確立していない。この分野は今後大きく発展すると考えられ、現在、ヒューマンエージェントインタラクション、ヒューマンロボットインタラクションと呼ばれる研究分野として活発な活動がなされている。近年、本

武川直樹 正員：フェロー 東京電機大学情報環境学部情報環境学科
E-mail mukawa@sie.dendai.ac.jp
Naoki MUKAWA, Fellow (School of Information Environment, Tokyo Denki University, Inzai-shi, 270-1382 Japan).
電子情報通信学会誌 Vol.93 No.12 pp.1027-1033 2010年12月
©電子情報通信学会 2010

分野の研究について、国内ではヒューマンエージェントインタラクション (HAI) シンポジウム、国際会議では ACM/IEEE Human Robot Interaction が開催され、また本学会のヒューマンコミュニケーション基礎 (HCS) 研究会、バーバル・ノンバーバル (VNV) 研究会、人工知能学会、ヒューマンインタフェース学会において心理やインタフェース工学の研究者が共に議論する場ができ、また分野横断的に共同研究をする事例も増え、成果が出つつある。本稿は、ヒューマンエージェントインタラクションのデザイン論に向けてこれまでの研究を概観し、今後の研究の方向性を議論する。これまでは人同士のコミュニケーションの研究は社会学、心理学など人文科学の分野として考えられてきたが、これら人文科学の観点から人のコミュニケーションを観察、分析し、そこから得られた知見を工学的に応用可能なモデルとして構築し、実際に機械をデザインするアプローチについて述べる。またこれまでの本分野の研究成果をまとめ、今後の発展の方向について議論する。なお、この分野に興味を持つ方には更に文献(1)~(3)を読むことをお勧めしたい。

2. エージェント・ロボットのデザインの難しさ

人は太古から様々な道具を使ってきた。人が日常的に使う道具をどのようにデザインすべきかについては「だれのためのデザイン？」をはじめとするドナルド・ノーマンの一連の研究によって設計論が確立された⁽⁴⁾。一方、銀行のATM、鉄道の券売機などの機械のデザイン論は遅れている。これらの機械は一見何のための機械か人には分かりにくく、例えば、新しい券売機が導入されると鉄道の社員が券売機の前でお客様に使い方を説明している姿を目にすることがある。これは、券売機が経験することなしに使うことは難しいことを示している。従来、乗車券は人が販売していたが、この人の行ってきたサービスを置き換えた機械であるにもかかわらず、人とは異なる手続きに従わなければならないことに起因していると考えられる。

一方、擬人化エージェント、ロボットは人に近い姿を持ち、人に近い振舞いをする。そのため、人はそれまで自分が行ってきた人と人のコミュニケーションの経験や知識、ルールを踏襲でき、使いやすいインタフェースとなることが期待できる。その結果、会話ができるエージェント、ロボットが開発され、券売機に取って代わって発券手続きを実行することはもちろん、更にエンターテイメント、介護福祉などの多様な場面で使われることが期待できる。しかしながら、ロボットや擬人化エージェントが人と同じ高い能力を持つことは当面不可能である。そのような能力の不足しているロボットに向き

合った人はロボットが何の役に立つか分かりにくいであろう。と、いうって、マニュアルを読んでからでないと使えないということであれば、人とコミュニケーションする機械をデザインしている意味がない。人は見知らぬ人でもコミュニケーションでき、そのときにマニュアルを使わないのと同様、ロボットや擬人化エージェント機能や、動作を人が予想できるようにデザインする、すなわち、ユーザが使うときに人と接するときと同じ手続きを使うことができるような設計にすることが望ましい。これはロボットや擬人化エージェントの大きなメリットと考えられる。一方、この設計がうまくいかず、一見能力がありそうなロボットの行動が期待と外れたときには失望感が強い。更に見かけと行動のミスマッチから「不気味の谷」を感じてしまうことも起こる。これらの課題を解決することがHAI, HRIの大きな課題として認識されている。

3. エージェント・ロボットのデザインのアプローチ

エージェントやロボットなどは、人と人のコミュニケーションについての知見、人と機械とのコミュニケーションについての知見を基にして設計される必要がある。このような立場でデザインをするために有用となり得る枠組みを以下紹介する。

3.1 メディアの等式

バイロン・リースとクリフォード・ナスは、メディア(メディアの概念には機械も含まれている)と人の関係が対人関係と等しいとし、社会学的なアプローチによってメディアと人のインタラクションの分析手法を提供し、人は様々なメディアを人と同じように感じ、扱う現象を説明した⁽⁵⁾。社会学の中で明らかになった知見を用い、人と人、人と対象(環境)の関係を、人と機械に置き換えても、人は同じように行動し、感じられるとしている。その結果、機械を使うにはマニュアルを準備することが重要なのではなく、社会的で、人の自然な法則に従った設計が重要であると主張している。メディアの等式のアプローチは、擬人化エージェントに人間性を感じるように設計するためのアプローチとして重要である。

3.2 スタンスの理論

人が機械に対してインタラクションする際のユーザの心的な姿勢としてDennettは物理スタンス、設計スタンス、意図スタンスによって説明している。物理スタンスでは機械の振舞いを物理法則によって解釈する⁽⁶⁾。例えば、ぜんまいによって動くからくりの茶運び人形の場合は弾性エネルギーによる人形の足や腕の動きが物理的な仕組みによるものと解釈される。設計スタンスの場合

は、人形の振舞いの機能的側面に注目し、所定の場所までお茶を運び、茶わんが取られたら停止し、再び（空の）茶わんを置くと振り返って元の場所に運び停止する機能によって解釈される。意図スタンスの場合には、機械の振舞いを機械の意図に帰属させることによって解釈される。すなわち人形が、主人からお茶を受け取り、それを客人まで運んで渡し、また客人が飲んで空になった茶わんを受け取って主人のところに返す意図を持って振る舞うとする。物理スタンスと異なり、意図スタンスでは目的の達成のための粗い抽象的記述をする。人に似せてデザインされるロボットや擬人化エージェントを意図スタンスを持つように設計すれば、ユーザはその複雑な行動を意図に帰着させて予測でき、機械への適応が容易になる。しかし、意図スタンスを持たせるための具体的なデザインアプローチについては明らかになっていない。

擬人化エージェントやロボットのインタラクションを設計するためには、何にも増して人と人の間のインタラクションについて知る必要がある。以下に述べる心理学、社会学、言語学の研究成果がロボットのデザインに適用され始めている。このアプローチは今後の研究の方向付けに大きく寄与するものと考えられる。

3.3 心の理論

人と人のコミュニケーションにおいては相手の意図を読む能力が重要である。居酒屋で空になった徳利を持ち上げてこちらを見ている客がいれば、店員は、客がお代わりを欲しいのだろうと相手の意図を読む。すなわち、他人の立場に立ってその人の持っている情報を推論して人の行動を推定することができる。Baron-Cohen⁽⁷⁾は、自閉症の研究を進める過程において視線が意図の理解に重要であることを示し、視線を用いた意図理解モデルを提案した。彼のモデルは以下の四つのモジュールから成っている。「意図の検出モジュール」は、他人の顔の表情などから他人の心理状態を推定する。「視線方向の検出モジュール」は、他人の視線方向を推定する。「注意共有メカニズム」は視線の先にある興味の対象を検出する。最後に「心の理論のモジュール」は、上の三つのモジュールを統合して、総合的にメンタルなモデルを構築して、メンタルな状態を理解するものである。彼は、人と人の「興味の中心」を共有するために他人の視線の方向を検出することが視線の先にある物体と人の心理状態を結合し、人の意図を読むために必須であると主張している。脳内に他人の意図を推定するモジュールが存在することを示したこのモデルは大きなインパクトを与えた。現在、「心の理論」の影響を受け、共同注意が可能なロボットやエージェントなどが幾つか提案され、人とロボットがお互いに相手の意図を読み、行動するロボットの設計に寄与することが期待されている。

3.4 語用論

語用論は、人と人の関係を考慮に入れつつ、人の言葉の表現、言葉を表現する人、文脈の関係を研究対象にするものである。会話において人は自分の意図・気持ちが相手に伝わるよう、言葉を選択し、表情やジェスチャを表出し、また、他人の意図や気持ちを言葉や表情などから読み取っている。この人同士のやり取りは、一方向的ではなく、相互に共時的に行われている。グライスは言語表現が果たす機能として四つの会話の公理からなる協調の原理⁽⁸⁾を提案した。

- ・ 量の公理：求められているだけの情報を提供しなければいけない。
- ・ 質の公理：信じていないことや根拠のないことを言うてはいけない。
- ・ 関連性の公理：関係のないことを言うてはいけない。
- ・ 様式の公理：不明確な表現やあいまいなことを言うてはいけない。

これらの公理は、会話の参加者が情報を協力的に伝達しようとしている場合に、守られているとされる。例えば、「君はどこに住んでるの？」と聞かれて、実際には田園調布（高級住宅地とされる）に住んでいるのにもかかわらず「日本に住んでいるよ」との答えは真であるが、量の公理に違反し不適切である。また例えば、「飲みに行かない？」と聞いて「明日試験なんだ」と言われた場合、相手が会話に協力的であると考えられるならば、関連性の公理に基づいて、試験が飲みに行けない理由であることが推論される。話し手の発話が会話の公理に沿って解釈できない場合は、会話に協力的でないといみなされる。

更に、ウィルソンとスペルベルは、意図的な情報伝達とは、それが最適な関連性を持つことを伝達とする関連性理論⁽⁹⁾を提唱した。最適な関連性とは、できるだけ少ない労力で最大の情報が得られることを指す。また、表意と呼ばれる「いわれたこと（文字どおりの意味）」と、そこから得られる推意と呼ばれる「含意すること（伝えたい意味）」との区別を厳密に定式化している。例えば、「時計持ってる？」は、時計を持っているかを聞いているのではなく、「今何時ですか？」を意味することが説明できる。このように、語用論は表現されることと意図されることを分けて考えることが重要であることを示しているが、現状のロボットは文字どおりの意味を表現し、理解することもまだ十分には達成されていない。今後のロボットや擬人化エージェントのデザインには「言いたいこと」のレベルで理解し合えることが必要である。

3.5 会話分析

近年、人と人のコミュニケーションを分析する会話分析がロボットや擬人化エージェントの設計に大きな寄与をしつつあり、併せてここで紹介する。文化人類学においては、研究者自身が観察する対象世界に入り込んで、そこで起こっている事象を客観的に時系列に沿って分析し、人の行動ルールや規則を見つけるアプローチによって研究が進められていた。会話分析は、ここから発展してコミュニケーションシーンを映像として記録し、その映像を繰り返し観察してそこに起きている発話などの事象を総合的に解釈、分析するものである。すなわち、行動を刺激と反応の関係とみなすだけでなく、その裏にある人の行動の意図や社会的な構造の解釈を行う。それらの解釈が人に納得されて受け入れられるものであれば、その行動は人と人のコミュニケーションに普遍的に使われるものとみなす。更に、コミュニケーションのシーンの中から対象とする事象をできるだけたくさん集め、統計的に分析して人の行動を解釈することも行われている。発話内容だけでなく、視線やジェスチャなどのノンバーバル情報や、コミュニケーション中の多人数の人が作る姿勢（F-陣形）によって実際の人のコミュニケーションを説明している。会話分析のような社会科学的アプローチはこれまで工学分野でほとんど適用されることがなかったが、近年、ロボットや擬人化エージェントの研究においても重要な役割を果たすとみなされるようになってきた⁽¹⁰⁾。

更に、人の脳波、fMRIを利用して生理指標を分析したり、より緻密な実験デザインによって仮説を検証したりすることによって人のとる行動のルールとその根拠を明らかにする研究もある。また、構成論的なアプローチ（文献(3)の2章）として、心理学的な知見のない部分は仮の機能に置き換えてトップダウン的にエージェント、ロボットを設計、構築し、出来上がったロボットと人のインタラクションを更に観察、分析、評価するアプローチもある。これによりこれまでの心理学や生理学の知見の不足を逆に補完して行くことが可能になる。すなわ

ち、ロボット、擬人化エージェントの研究は、分析論的アプローチと構成論的アプローチを繰り返すことにより、図1のように進められることが必要と考える（文献(2)の4章）。更にこれをメディアの等式における研究アプローチと同様な「エージェントの等式」のための「分析—構成」アプローチとしてまとめることができる。

3.6 「エージェントの等式」のための分析—構成論アプローチ

(1) 準備

- ① 人と人のコミュニケーションに関する社会科学の知見を集める
- ② コミュニケーションのルールを見つける。例えば、「会話において話者は次話者をよく見る。あるいは視線によって次話者を選択する。」
- ③ コミュニケーションにかかわる人のうちの一人をエージェントあるいはロボットに置き換える。例えば、人に見られたロボットが話す。またはロボットは視線によって次話者を選択する。

(2) 人のコミュニケーションの分析

問題のルールに関して人と人の行動を観察、分析する。行動データを集め、統計処理を行い、実験解釈を行う。工学的に適用可能なモデルとして構築する。

(3) システム構成

コミュニケーションにかかわる人のうちの一人をエージェントあるいはロボットに置き換え、システムを構築する。このエージェント、ロボットには(2-1)のモデルが適用される。

(4) エージェントと人のコミュニケーションの分析

- ① 実験協力者とエージェント・ロボットとのコミュニケーション行動を観察、分析する。ここでも行動データを集め、統計処理を行い、実験解釈を行う。（特別な仮定は置かない。というのがメディアの等

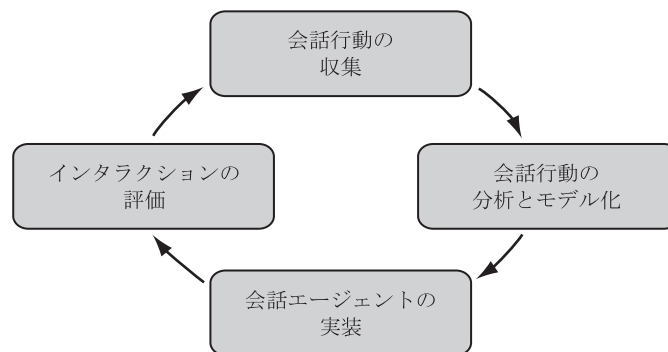


図1 会話エージェント研究の方法

式の方法論であるが、エージェントの行動が十分でないため、最小限の仮定が必要となることが多い。)

- ② 結果の持つ意味を考える。その結果は人の理解に役に立つ、人とロボットの関係を記述する理論に役に立つ、すなわち、(1)、(2)の理論の再構築に寄与するものである。更に、産業界にも役に立つように考える。

このように整理した上で、現在行われている研究事例を俯瞰してみたい。読者は、上記のアプローチのどこに焦点を絞った研究となっているかを意識して読んで頂ければ幸いである。

4. 人のコミュニケーション観察に基づくエージェント・ロボットの設計の動向

4.1 会話の分析に基づく研究

Cassellらは会話エージェントを心理学の知見や行動の実観察に基づいてデザインしている。人の視線、うなずき、ジェスチャ、姿勢などの非言語行動と談話の構造がコミュニケーションにおいては重要な関係を持つことを明らかにし、その結果を会話エージェントのデザインに適用して効果を確かめた⁽¹¹⁾。特に、中野は、人の対話行動の映像をマイクロに分析して、視線、うなずきなどの非言語行動と対話における発話の種類（応答、回答、質問、主張）との関係を明らかにし、その結果を会話エージェントに適用している⁽¹²⁾。また、人の視線の動き（対象物、エージェントを見る、目をそらすなど）が対象への興味の度合いと関係することを調べ、その知見を擬人化エージェントの視線行動設計に適用し、ユーザの飽きを推定し、エージェントが話題を変えることにより、興味を維持する方法を提案している⁽¹³⁾。

徳永、湯浅らは人の多人数会話映像を分析して、発話交替の構造を調べ、その結果を発話交替エージェントの設計に応用している。特に、非言語行動を伴って表出される発話したい「発話志向態度」に着目し、コミュニケーションには「発話志向態度」の表出、理解が重要であることを主張している。発話志向態度を複数の第三者によって主観的に評定し、非言語行動と態度、更に発話交替との関係を分析した結果、複数人の参加者の表出する「態度」の場にふさわしい次話者選択が行われることを明らかにしている⁽¹⁴⁾。更に人の発話交替の分析結果を擬人化エージェントに組み込み、エージェント同士が発話交替している場面に人に評価させて、分析の妥当性を評価している⁽¹⁵⁾。

4.2 視線・指差しによる共同注意や顔の向き・姿勢に着目した研究

小笠原らは、話し手、聞き手を決めたとときの共同注意、話し手への視線、話し手へのうなずきなど人と人のコ

ミュニケーションを調べ、聞き役ロボットのデザインに適用している。葛岡らは、エスノメソドロジーの手法を適用して人の行動を詳細に観察して遠隔での作業支援ロボットを構築した⁽¹⁶⁾。久野は、美術館における展示物の説明者と訪問者の会話における行動を分析して、その結果を美術館ガイドロボットに実装し、更にそのロボットを実際に美術館に実験的に導入し、そのロボットを用いてインタラクションの効果を確かめている⁽¹⁷⁾。葛岡らは多人数の会話の分析の過程で生まれた概念であるF-陣形をガイドロボットの行動設計に導入して、人の行動を引き出して効果を確かめた⁽¹⁸⁾。山岡らは、コミュニケーションしているときの人と人の体の向き、発話のタイミングなどの動作を観察し、そのパターンをロボットに適用している。ロボットの体の向きなど暗黙的な情報だけで複数の物体の中から話題の対象となる物体を選択してコミュニケーションできることを示している⁽¹⁹⁾。

4.3 エージェント・ロボットとのインタラクション観測分析の研究

人の行動を分析して得られた知見を基に設計されたエージェントやロボットは、更に人と実際にコミュニケーションをすることによって評価されることが必要である。その評価は人と人のインタラクションでは分からなかった知見につながり、更なる設計論の確立に寄与できる。現在、そのような立場の研究も増えている。

塩見らは科学博物館に説明用として導入したロボットと人とのインタラクションを2か月にわたり観察して分析している⁽²⁰⁾。Austermannは、犬ロボット(Aibo)と人間形ロボット(ashimo)に対する人のインタラクション行動を比較し、犬ロボットには頭をなでるなど犬に対する行動と類似の行動、「よしよし」など行為に対する評価の報酬の言葉が見られた。一方、人間形ロボットには「ありがとう」など相手への感謝による報酬の言葉などがあり、人の取る行動に違いが見られることを明らかにしている⁽²¹⁾。Xuらはエージェントと人のインタラクションを観察することを目的に、人の表現できる動作をあえて制限して、エージェントの動作に近づけ、その結果、人と人のコミュニケーションがどのように変容するかを行動観察分析するアプローチを提案している。このアプローチの分析の結果、人がエージェントに、エージェントが人に慣れていきコミュニケーションが相互に図れるようになることを示した⁽²²⁾。

5. 将来のロボット・擬人化エージェントのコミュニケーションデザインに向けて

人のコミュニケーション行動を観察分析してその知見をロボットやエージェントの行動に埋め込む研究が現在精神的に進められ、より自然で分かりやすいインタラク

ションに向けて発展しつつあることを述べた。最後に、将来に向けての課題を整理しておきたい。

人は、コミュニケーションしている相手が自分と同じような感情や意図を持ち行動していると考えて、お互い相手の立場を尊重しながらコミュニケーションを進める。しかしながら、現在、人はエージェントやロボットが自分と同じ感情や意図を持っているとはみなさない。すなわち意図スタンスの観点からは能力が不足している。意図をエージェントに帰属できる設計論の確立に向けて努力をする必要がある。また、ロボットや擬人化エージェントに対して不気味の谷の存在が指摘されている。不気味の谷とは、ロボットがその外観や動作においてより人らしく作られるようになると、人のロボットに対する感情的反応が初めは好感的、共感的になっていくが、あるレベルから突然強い嫌悪感に変わることをいう。現状、ロボットの外見、動作の物理的な性能向上は著しいが、その行動をする意図が人にとって理解できなければひどく「不気味」に感じられる。更に、人は自分の意図や感情のままに行動するのではなく、その欲求がその場に適切であるか、周囲にとって受け入れられるものかを判断して行動する。これは文化やマナーの制約を前提としている人同士であればほとんど無意識に行動できる。一方、擬人化エージェントやコミュニケーションロボットには、相手の意図を読む技術、また自分の意図を表出する技術、更に自分と他人の対立する欲求を調整して、その場にふさわしい行動をするエージェントの行動を生成する技術が必要となる。人のコミュニケーションにおける語用論はこの問題を扱うものであり、この分野の工学への応用が強く期待される。

例えば発話の交替を例に説明しよう。人は自分の話を終えるときに次話者を見ることが多く、また話者に見られた人は次に次話者となることが多いことが知られている。これは、視線の行動による発話交替のルールとみなせる。現在、このルールを導入したロボットや擬人化エージェントが提案され、有効性も確かめられている。しかし、これだけでは人の行動を見かけ上、まねをしているにすぎない。将来のロボットは、相手の話したい、聞きたいなどの意図の表出、推定の能力を持つことが期待される。そのためには、人やロボットがお互い発話交替のたびに「次、どうぞ」と分かりやすく（大げさに）手を差し出すような表現をしなくとも、人が自然に行っている顔の表情や視線、姿勢、ジェスチャーなどのさりげない仕草でもお互いに通じ合える能力をロボットに持たせることが要求される。相手をちらっと見て話してほしいことを伝える程度の表現から、相手に「どうぞ」と手を差し出して発話を促す強い表現までを認識、表現できることが期待される。更に、自分の意図や相手の意図は常に一致するわけではなく、時には自分と相手の期待が一致しないこともあり、このときにはお互いを尊重しな

がら、協調、妥協、調整の場面もある。マナーなどの社会的な制約に従うロボットの設計も重要な観点になると考えられる。

現在の擬人化エージェントは、人の行動を調べることによってその知見を導入して、人に受け入れられる設計アプローチで発展しつつあるが、今後は更に、その背景となる意図、欲求、感情、社会的な規範を共有できる行動生成、行動認識の課題も大きな研究テーマになると考えられ、その発展を期待したい。

謝辞 本稿について、日ごろ議論を頂く湯浅将英氏、寺井 仁氏、徳永弘子氏の寄与に深謝致します。

文 献

- (1) 特集“深化する HAI: ヒューマンエージェントインタラクション,” 人工知能誌, vol. 24, no. 6, pp. 809-884, 2009.
- (2) 人とロボットの“間”をデザインする, 山田誠二(監修・著), 東京電機大学出版局, 東京, 2007.
- (3) 石黒 浩, 宮下敬宏, 神田崇行, 知の科学「コミュニケーションロボット」, オーム社, 東京, 2005.
- (4) D.A. ノーマン, 誰のためのデザイン?, 野島久雄(訳), 新曜社, 東京, 1990.
- (5) バロン・リーブス, クリフォード・ナス, 人はなぜコンピュータを人間として扱うか—「メディアの等式」の心理学, 翔泳社, 東京, 2001.
- (6) D.C. Dennett, *The Intentional Stance*, The MIT Press, Massachusetts, 1989.
- (7) バロン・コーエン, 自閉症とマインド・ブラインドネス, 青土社, 東京, 2002.
- (8) ポール・グライス, 論理と会話, 清塚邦彦(訳), 勁草書房, 東京, 1998.
- (9) D. スベルベル, D. ウイルソン, 関連性理論—伝達と認知, 研究社出版, 東京, 2000.
- (10) 知の科学「多人数インタラクションの分析手法」, 坊農真弓, 高梨克也(編), オーム社, 東京, 2009.
- (11) J. Cassell, J. Sullivan, S. Prevost, and E.F. Churchill, *Embodied conversational agents*, The MIT Press, Massachusetts, 2000.
- (12) Y.I. Nakano, G. Reinstein, T. Stocky, and J. Cassell, “Towards a model of face-to-face grounding,” *Proc. of Annual Meeting on Association for Computational Linguistics*, vol. 1, pp. 553-561, Sapporo, Japan, July 2003.
- (13) Y.I. Nakano and R. Ishii, “Estimating user’s engagement from eye-gaze behaviors in human-agent conversations,” *In Proc. of International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI2010)*, pp. 139-148, Hong Kong, 2010.
- (14) 徳永弘子, 武川直樹, 寺井 仁, 湯浅将英, “発話志向態度の表出・理解と発話調整に基づく話者交替分析—3人会話における「話したい／聞きたい」態度表出の効用—,” *信学技報*, HCS 2010-35, pp. 49-54, Aug. 2010.
- (15) M. Yuasa, N. Mukawa, K. Kimura, H. Tokunaga, and H. Terai, “An utterance attitude model in human-agent communication: from good turn-taking to better human-agent understanding,” *CHI Extended Abstracts 2010*, pp. 3919-3924, Atlanta, USA, April 2010.
- (16) Y. Ogasawara, M. Okamoto, Y.I. Nakano, and T. Nishida, “Establishing natural communication environment between a human and a listener robot,” *In Proc. of the Symposium on Conversational Informatics for Supporting Social Intelligence and Interaction-Situational and Environmental Information Enforcing Involvement in Conversation, AISB’05: Social Intelligence and Interaction in Animals, Robots and Agents*, pp. 42-51, UK, April 2005.
- (17) Y. Kuno, K. Sadazuka, M. Kawashima, K. Yamazaki, A. Yamazaki, and H. Kuzuoka, “Museum guide robot based on sociological interaction analysis,” *Proc. CHI 2007*, pp. 1191-1194, California, USA, April 2007.

- (18) H. Kuzuoka, Y. Suzuki, J. Yamashita, and K. Yamazaki, "Reconfiguring spatial formation arrangement by robot body orientation," Proceeding of the 5th HRI, pp. 285-292, Osaka, Japan, March 2010.
- (19) F. Yamaoka, T. Kanda, H. Ishiguro, and N. Hagita, "Developing a model of robot behavior to identify and appropriately respond to implicit attention-shifting," Proceedings of the 4th ACM/IEEE international conference on Human robot interaction, pp. 133-140, San Diego, May 2009.
- (20) M. Shiomi, T. Kanda, H. Ishiguro, and N. Hagita, "Interactive humanoid robots for a science museum," 1st Annual Conference on Human-Robot Interaction (HRI2006), pp. 305-312, Utah, March 2006.
- (21) A. Austermann, S. Yamada, K. Funakoshi, and M. Nakano, "Similarities and differences in users' interaction with a humanoid and a pet robot," ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, pp. 73-74, Osaka, Japan, March 2010.
- (22) Y. Xu, Y. Ohmoto, K. Ueda, T. Komatsu, T. Okadome, K. Kamei, S. Okada, Y. Sumi, and T. Nishida, "Actively adaptive agent for human-agent collaborative task," Lecture Notes in Computer Science, vol. 5820/2009, pp. 19-30, 2009.

(平成 22 年 8 月 31 日受付)



武川 直樹 (正員：フェロー)

昭 51 早大大学院修士課程了。同年日本電信電話公社 (現 NTT) 入社。平 15 から東京電機大。画像符号化, 画像処理, 人と機械のインタラクションの研究に従事。教授, 工博。平 22 年度本会ヒューマンコミュニケーショングループ副委員長。



17th International Workshop in Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD 10)

主 催：応用物理学会, ECS Electronics and Photonics Division (Technical Sponsorship)

協 賛：電子情報通信学会, 映像情報メディア学会, 電気学会, 日本化学会, 日本液晶学会, 薄膜材料デバイス研究会

日 時：2010 年 7 月 5~7 日 (3 日間)

会 場：東京工業大学大岡山キャンパス

参加者：本会議 165 名, チュートリアル 57 名

公式ホームページ：<http://www.amfpd.jp/>

主要参加国・地域：日本, 韓国, 台湾, ドイツ, オランダ, イギリス

セッション数及び論文数：基調講演 2 件, 招待講演 16 件, 一般講演 54 件 (ポスター 36 件)

主たるトピックス：
第 17 回目の開催となる AM-FPD '10 は国内外から 210 名を超える参加者と 72 件の論文発表を集め, TFT (Thin Film Transistor) 材料からプロセス, デバイス, ディスプレイ応用, 太陽電池に関する活発な議論がなされた。基調講演では, "フレキシブルディス

プレイ"と"超高精細ディスプレイ"という今後のディスプレイ技術の進むべき方向と課題について講演を頂いた。TFT セッションでは, シリコン系, 酸化物, 有機といった幅広い材料による TFT 技術が議論された。会議 2 日目のシンポジウムでは, TFT と TFMD セッションの合同企画 (Thin Film Materials and Devices for Next Generation) として一線の研究者を招いて最新の技術動向についてレビューして頂いた。ゲルマニウム結晶成長技術, 多結晶シリコンの MEMS 技術応用, カーボンナノチューブ TFT, 有機 TFT による高速回路動作など, 異種材料デバイスによる大変興味深い研究成果について講演を聞くことができた。更に今回は薄膜技術を用いた光センサ, 温度センサ, 更には光電変換デバイスに関する発表も数多くなされた。FPD シンポジウム (Technology Trend for Display Device and Fabrication Technology) においては, a-Si TFT 駆動の電子ペーパー, 画素メモリによる超低消費電力 AMLCD, Cu-Mn 合金によるゲート配線など大変興味深い発表がなされた。ほかにも 3D ディスプレイ, 電子ペーパー, フレキシブル OLED など最新のディスプレイ開発成果が紹介された。次回は, 2010 年 7 月 10~13 日に今回と同じ場所で開催される予定である。

(執筆者 東 清一郎)

広島大学大学院先端物質科学研究科量子半導体工学研究室)