

人間とエージェントが混在する状況におけるコミュニケーションの心理特性

林 勇吾 三輪 和久
名古屋大学大学院 情報科学研究科
{hayashi, miwa}@cog.human.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

近年、情報技術の発展に伴い、人間の協同問題解決の在りようが変化してきている。CSCW(Computer Supported Cooperative Work)の領域では、コンピュータエージェントを用いた人間の協同問題解決の支援のための技術に関する研究が行われてきている(Ye & Churchill, 2003)。このような背景より、本研究では、人間とエージェントが混在する場におけるHHI(Human Human Interaction)、およびHAI(Human Agent Interaction)の特徴について実験的に検討する。

まず以下では、人間同士の協同問題解決やそこでのコミュニケーションにおいて重要と考えられる点について述べる。人間同士のコミュニケーションは、Schema BasedとEvidence Basedといった互いに相補的な2種類の処理に基づき行われると考えられる。Evidence Basedの処理とは、相手の行動や態度のフィードバックを通じて相手の状況を帰納的に推論し、相互作用を作り出す処理である。一方、Schema Basedの処理とは、自らの既存の知識に基づいて相手の状況を推論し、コミュニケーションのあり様を決定しようとする処理である。後者の処理の存在は、社会心理学の分野において、対人認知場面におけるスキーマやステレオタイプといったトップダウン的な処理の重要性を示した研究が数多く蓄積されてきている(Fisk & Taylor, 1991)。

上記で述べた2つの処理は、HHI/HAIが混在するコミュニケーションにおいては、とりわけ重要な意味をもつと考えられる。すなわち、Schema Basedの処理は、相手を「人間と思う/エージェントと思う」かに対応し、Evidence Based処理は、実際の相手の行動が「人間的な高度で適応的な応答/機械的な単純な応答」を示すかに対応し、そこでの相互作用に大きな影響を与えられられるからである。以上の洞察に基づいて、本研究では、HHI/HAIが混在するコミュニケーションの特性が、2つの処理にどのような影響を受けるのかを検討する。

2. 実験課題および実験装置

2.1 実験課題

本研究では、上記の特性がより顕著に発現すると考えられる「葛藤を含んだ状況におけるコミュニケーション」を扱う。そこで、林・三輪・森田(2007)で考案された課題を用いる。この課題では、相互作用をする2者が、互い

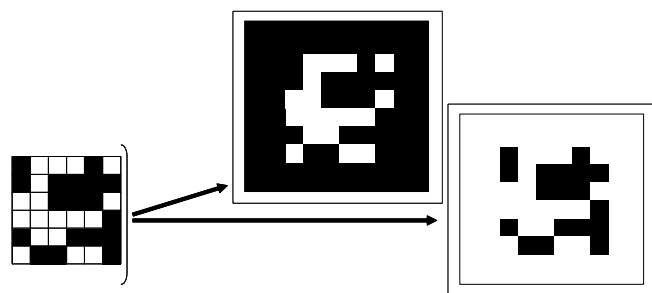


図 1: 刺激の例

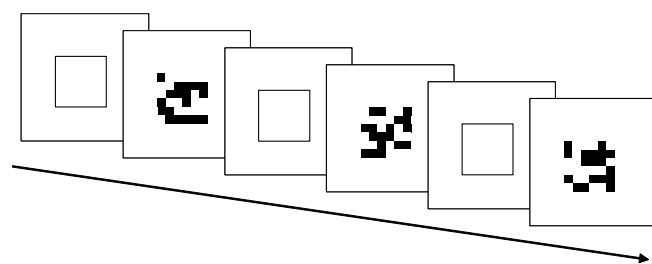


図 2: 刺激の提示例

に異なる視点に基づいてコミュニケーションを図ろうとする。具体的には、図1に示すように、6×6のグリッドの各位置に白色と黒色の面がランダムに配置される刺激を用いた。以下では、このように作成された白色と黒色の閉平面を「オブジェクト」と呼ぶ。図1の例であれば、黒のオブジェクトが5つ、白のオブジェクトが5つ、合計10個のオブジェクトが提示されていることになる。この刺激を白もしくは黒のいずれか一方の背景の中に提示する。このとき、被験者はゲシュタルト心理学の図地反転の原理により、背景の色とは反対の色のオブジェクトに着目する視点を1種類持つことになる。実験参加者は、課題遂行中に、継時提示されるオブジェクトの数を報告し合う(図2参照)。実験の初期段階では、一方は他方の視点を理解することができず、そこに生じるコミュニケーションの齟齬から、両者の間に葛藤が生じる。2者は、その葛藤を克服して、与えられた課題を達成しなければならない。詳しくは、林・三輪・森田(2007)を参照されたい。

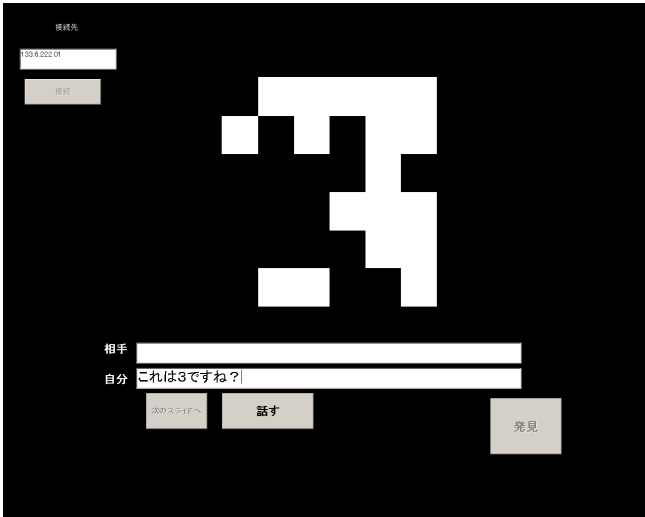


図 3: 実験課題のスクリーンショット

2.2 実験装置

実験画面の例を図 3 に示す。実験画面の中央には、刺激が提示される。その下には、自分のメッセージを入力したり、相手からのメッセージが出力されたりするテキストフィールドがある。このテキストフィールドに入力できる文字数は、最大で 30 文字である。なお、メッセージは 1 試行につき 1 回ずつしか発言できないように設定されている。画面下には画像の切り替えやメッセージの送信、規則発見を通知するためのボタンがある。

本研究では、スクリプトに従って応答する対話エージェントを構築した。エージェントは、被験者の入力に対して応答するように設計されている。このエージェントは、キーワード抽出とスクリプト生成に基づく返答や、ユーザの入力した発言をとこところに取り入れた返答をするといった特徴を持つ。エージェントの仕様の詳細は、林・三輪・浦尾 (2007) を参照されたい。表 1 に、人間実験参加者と対話エージェントの対話例を示す。

3. 実験計画

3.1 操作要因

実験は、2 要因の被験者間計画である。要因 1 では、協同相手が人間であるかエージェントであるかを教示によって操作する。これは、Schema Based の処理を操作することを意味している。要因 2 では、協同相手が実際に人間であるかエージェントであるかを操作する。これは、Evidence Based の処理を操作することを意味している。以下では、要因 1 は、日本語 (人間, エージェント) で表記し、要因 2 は、ローマ字 (HUMAN, AGENT) で表記する。例えば「エージェント HUMAN 条件」とは、PC のエージェントとやりとりすると「教示」されていたにも関わらず、「実際」には部屋の誰かと無線 LAN で通信しコミュニケーションをしていた状態を示す。実験条件は、次の 4 条件である。



図 4: 実験状況の例

- 人間 HUMAN 条件
- エージェント HUMAN 条件
- 人間 AGENT 条件
- エージェント AGENT 条件

3.2 実験参加者

実験参加者は、大学生 103 名である。対話エージェントとコミュニケーションする AGENT 条件では、実験参加者は常に対話の先攻を担うように配置される。一方、人間同士がコミュニケーションする HUMAN 条件では、実験参加者は対話の先攻、後攻の両方に配置される。従って、後者は 2 倍の被験者が割り当てられた。表 2 に、各条件に配置された被験者の数を示す。

実験は、8~12 名の小集団で行われた。実験室には、無線 LAN で接続された PC と、スタンドアロンで起動する PC が設置された。PC は、被験者がお互いに画面を参照できないように設置された (図 4 参照)。要因 1 は、実験回ごとに、協同で問題を解決する相手が「部屋の誰か」、もしくは「目の前のコンピュータにインストールされたエージェント」であるかを教示することによって操作された。また、要因 2 は、部屋の誰かと無線 LAN で接続されているか、もしくはスタンドアロンで起動する PC 上のエージェントが起動するかによって操作された。被験者の状態は以下の通りである。

表 2: 実験計画

		教示	
		人間	エージェント
行動	HUMAN	34	34
	AGENT	18	17

3.3 実施アンケート

本研究では、実験終了後に行われた都築・木村 (2000) の大学生のメディアコミュニケーションの心理特性に関するアンケートの結果を分析した。このアンケートは、16 項目からなり、実験参加者はそれぞれに「全くあてはまらない」「あてはまらない」「どちらともいえない」「あてはまる」「非常にあてはまる」の 5 件法で回答を求められた。

表 1: 人間実験参加者と対話エージェントの対話例

	人間実験参加者	対話エージェント
試行1	話さないで次へは進めないようなので必ず発言をお願いします	お願いします3ですね
試行2	4ですよ？	ええ 4ですね
試行3	6ですね	えっとこれは5ですよ
試行4	すいません間違えましたこれは6ですよ	そうですねこれは6です
試行5	3ですね	えっとこれは3ですよ
試行6	4ですよ	4です
試行7	5ですね	5です
試行8	6ですね	6です
試行9	3ですね規則は3456の繰り返しでしょうか？	3456の順で増えていますねそうですね
試行10	4ですね	う〜ん4ですね
試行11	これは5ですね	そうですね5です
試行12	6ですね	これは6です
試行13	3ですね仮定は合っているようです	これは3です
試行14	これは5ですよ考えていた規則は違ったようです	規則そうですね〜
試行15	また6ですがさっきは4が抜けてましたよね？	そうですねさっきは3今は4ですよ
試行16	さっきは6ではなかったですか？これは7ですよ？	ええっとそうですね難しいですねさっきは4現在は5ですよ
試行17	さっきのは7だと思ったんですが…これは2ですか？	う〜んさっきは5今は4ですよ
試行18	これは5ですか？	あれ3です！
試行19	今は4です同じオブジェクトを見ているんですよね？	そっちは4ですか
試行20	今は5です3456が3回繰り返された後はどうなってますか？	3456でしたね！
試行21	今は3ですずっと繰り返されてるんですか？	えっとこれは3ですよ
試行22	4です	4です
試行23	また4です規則は分かりましたか？	そうですね規則かなんだらう
試行24	6です全然分かりません	6です

ここでは、アンケートの16項目を都築・木村(2000)に基づいて3因子に分類にした。第一因子は、「緊張する」「かたぐるしい」「疲れる」などの5項目が含まれ、対人緊張因子と名づけられている。第二因子は、「相手を身近に感じる」「個人的な話ができる」「楽しい」などの8項目が含まれ、親和感情因子と名づけられている。第三因子は、「目的がある」「情報収集に効果的である」などの3項目が含まれ、情報伝達因子と名づけられている。分析には、3因子のそれぞれの得点を合計したものを下位項目数で割って算出した平均評定値を用いた。

4. 結果

4.1 全体的結果

アンケートの分析結果を以下にまとめる。

4.1.1 先攻データ

図5は、先攻の被験者の平均評定値(縦軸)を、因子項目ごと(横軸)で示したものである。それぞれの因子項目ごとに2(教示)×2(行動)の被験者間要因の分散分析を行った。

対人緊張 対人緊張については、交互作用が有意となった $[F(1, 65) = 7.34, p < .01]$ 。次に単純主効果の検定を行った結果、行動の要因ごとでみると、HUMAN条件では人間教示よりエージェント教示の値が有意に大きい事が示された $[p < .01]$ 。一方、AGENT条件では、人間教示とエージェント教示に有意な差は認められなかった $[p = .63]$ 。次に教示の要因ごとでみると、人間教示ではHUMAN条件の時よりAGENT条件の時の値が有意に大きい事が示された $[p < .01]$ 。一方、エージェント教示では行動の差

異によって有意な差は認められなかった $[p = .73]$ 。なお、教示の要因と行動の要因の主効果については、それぞれについて有意な差が認められた $[F(1, 65) = 4.07, p < .05; F(1, 65) = 4.96, p < .05]$ 。

親和感情 親和感情については、交互作用は有意とならなかった $[F(1, 65) = 0.064, p = .8]$ 。教示の主効果は有意傾向となり $[F(1, 65) = 3.661, p = .06]$ 、エージェント条件より人間条件で値が有意に大きい傾向にある事が示された。また、行動の主効果は有意となり $[F(1, 65) = 15.117, p < .01]$ 、AGENT条件よりHUMAN条件の値が有意に大きい事が示された。

情報伝達 情報伝達については、交互作用は有意とならなかった $[F(1, 65) = 0.01, p = .92]$ 。教示の主効果は有意とならず $[F(1, 65) = 0.477, p = .49]$ 、行動の主効果のみ有意となり $[F(1, 65) = 10.489, p < .01]$ 、AGENT条件よりHUMAN条件の値が有意に大きい事が示された。

対人緊張については、交互作用より、Schema BasedとEvidence Basedの双方の処理の影響が現れていたと考えられる。また、親和感情については、行動の主効果より、Evidence Basedの処理の影響が現れていたと考えられる。さらに、教示の主効果が有意傾向だったため、Schema Basedの処理の影響が現れていた可能性が示唆される。最後に、情報伝達因子については、行動の主効果より、Evidence Basedの処理の影響が現れていたと考えられる。

4.1.2 後攻データ

次に、後攻のアンケートの結果について、それぞれの因子項目ごとにt検定を行った。なお、後攻のデータは人間

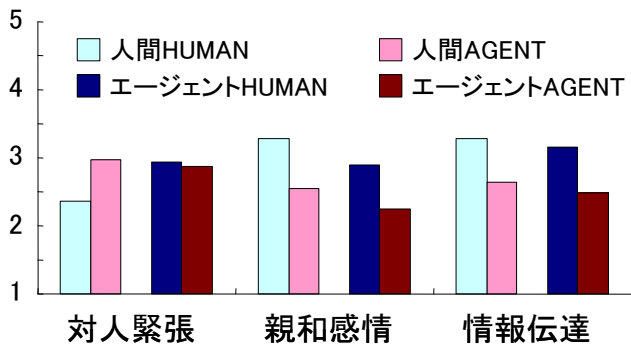


図 5: 先攻の全体的結果

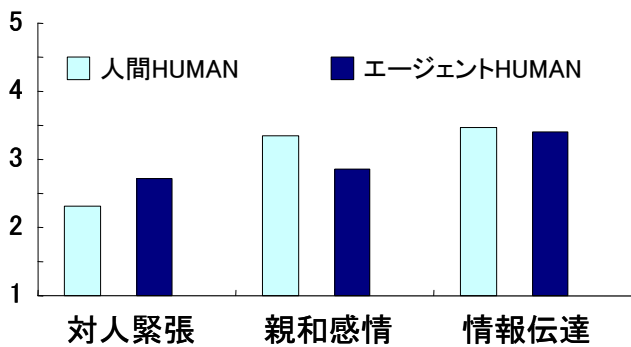


図 6: 後攻の全体的結果

HUMAN 条件とエージェント HUMAN 条件のみとなるため、教示の要因の効果のみについて検討することになる。図 6 は後攻の被験者の、平均評定値（縦軸）を、因子項目ごと（横軸）で示したものである。

対人緊張 対人緊張については、有意な差が認められ $[F(1, 32) = 4.25, p < .05]$ 、エージェント教示のほうが人間教示よりも有意に大きい事が示された。これより、Schema Based の処理の影響が示唆された。

親和感情 親和感情については、有意な差が認められ $[F(1, 32) = 6.7, p < .05]$ 、人間教示のほうがエージェント教示よりも有意に大きい事が示された。これらは、Schema Based の処理の影響を示唆するものである。

情報伝達 情報伝達については、有意な差が認められなかった $[F(1, 32) = 0.1, p = .75]$ 。これより、Schema Based の処理の影響がなかったことが示唆される。

対人緊張因子や親和感情因子は、コミュニケーションにおける Emotional な側面に関わる因子であり、一方、情報伝達因子は、Cognitive な側面に関わる因子であると考えられる。これより、実際の相手の行動に基づく Evidence Based の処理は、コミュニケーションにおける Emotional、および Cognitive の両方の側面に影響を与えるのに対して、相手の認識に基づく Schema Based の処理は、Emotional

な側面にしか影響を与えないことが示唆された。

4.2 視点の偏りが大きい群の分析

以下で定義される $Bias'$ 値を用いて、実験参加者を視点の偏りが大きい群と小さい群に分類した分析を行った。なお、提示刺激の図に着目した発話を n_1 、提示刺激の地に着目した発話を n_2 と定義する。

$$Bias' = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \quad (1)$$

図と地に着目した発話の同定方法に関しては、林・三輪・森田 (2007) を参照されたい。上記の値に基づいて被験者を $Bias'$ 高群と $Bias'$ 低群に振り分けた。なお、後攻の被験者は、先攻の $Bias'$ 値の高/低をベースにして振り分けた。

4.2.1 先攻データ

図 7 は、先攻の $Bias'$ 高群の被験者の平均評定値（縦軸）を、因子項目ごと（横軸）で示したものである。それぞれの因子項目ごとに 2（教示）× 2（行動）の被験者間要因の分散分析を行った。

対人緊張 対人緊張については、交互作用は有意とならなかった $[F(1, 31) = 0.465, p = .5]$ 。教示の主効果は有意とならず $[F(1, 31) = 0.465, p = .5]$ 、行動の主効果のみ有意となり $[F(1, 31) = 4.185, p < .05]$ 、HUMAN 条件より AGENT 条件の値が有意に大きい事が示された。

親和感情 親和感情については、交互作用は有意とならなかった $[F(1, 31) = 0.114, p = .74]$ 。教示の主効果は有意とならず $[F(1, 31) = 1.597, p = .22]$ 、行動の主効果のみ有意となり $[F(1, 31) = 8.646, p < .01]$ 、AGENT 条件より HUMAN 条件の値が有意に大きい事が示された。

情報伝達 情報伝達については、交互作用は有意とならなかった $[F(1, 31) = 0.366, p = .55]$ 。教示の主効果は有意とならず $[F(1, 31) = 1.763, p = .19]$ 、行動の主効果のみ有意となり $[F(1, 31) = 10.872, p < .01]$ 、AGENT 条件より HUMAN 条件の値が有意に大きい事が示された。

上記の結果より、全ての因子項目において行動の主効果が有意となり、Evidence Based の処理の影響が優勢であったことが示唆された。一方、全ての因子項目において教示の主効果は有意とならず、Schema Based の処理の影響は現れないということが示唆された。

4.2.2 後攻データ

$Bias'$ 高群の後攻のアンケートの結果について、それぞれの因子項目ごとに t 検定を行った。図 8 は先攻の $Bias'$ 高群の被験者の平均評定値（縦軸）を、因子項目ごと（横軸）で示したものである。

対人緊張、**親和感情**、**情報伝達** 分析を実施した結果、対人緊張、親和感情、情報伝達のそれぞれについて、有意な差が認められず $[F(1, 16) = 3.033, p = .1; F(1, 16) = 1.412, p = .25; F(1, 16) = 0.499, p = .49]$ 、Schema Based の処理の影響は確認されなかった。これは、先攻の結果と一致する結果である。

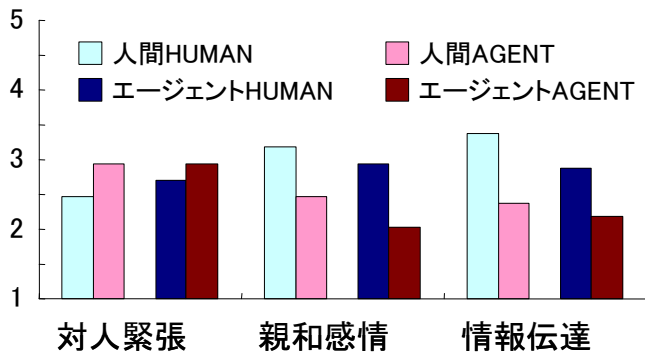


図 7: 先攻の Bias' 高群

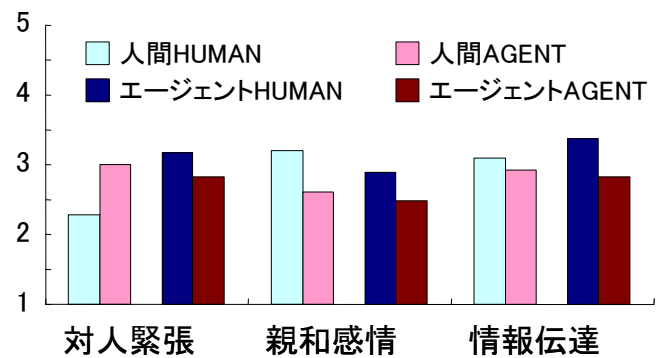


図 9: 先攻の Bias' 低群

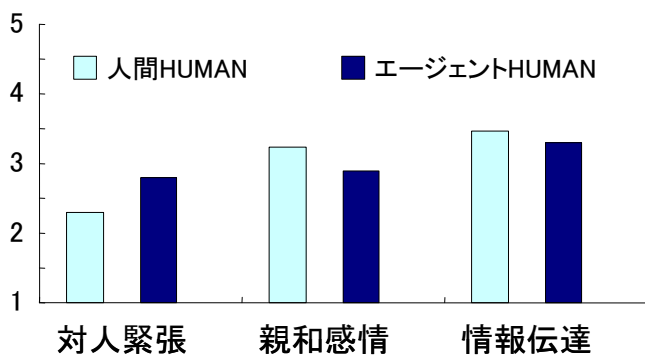


図 8: 後攻の Bias' 高群

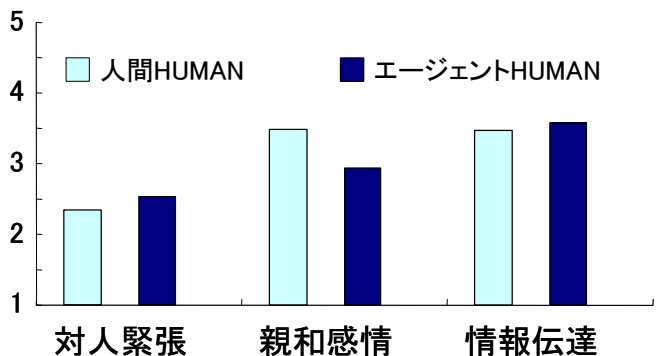


図 10: 後攻の Bias' 低群

4.3 視点の偏りが小さい群の分析

4.3.1 先攻データ

次に、図 9 は、先攻の Bias' 低の被験者の平均評定値（縦軸）を、因子項目ごと（横軸）で示したものである。それぞれの因子項目ごとに 2（教示）× 2（行動）の被験者間要因の分散分析を行った。

対人緊張 対人緊張については、交互作用が有意となった [$F(1, 28) = 8.393, p < .01$]。次に単純主効果の検定を行った結果、行動の要因ごとでみると、HUMAN 条件では人間教示よりエージェント教示の値が有意に大きい事が示された [$p < .01$]。一方、AGENT 条件では、人間教示とエージェント教示に有意な差は認められなかった [$p = .5$]。次に教示の要因ごとでみると、人間教示では HUMAN 条件の時より AGENT 条件の値が有意に大きい事が示された [$p < .05$]。一方、エージェント教示では行動の差異によって有意な差は認められなかった [$p = .19$]。なお、教示の要因については、有意傾向が認められ [$F(1, 28) = 3.78, p = .06$]、行動の主効果については、有意な差が認められなかった [$F(1, 28) = 0.98, p = .32$]。

親和感情 親和感情については、交互作用は有意とならなかった [$F(1, 28) = 0.147, p = .7$]。教示の主効果は有意

とならず [$F(1, 28) = 0.857, p = .36$]、行動の主効果のみ有意となり [$F(1, 28) = 4.503, p < .05$]、AGENT 条件より HUMAN 条件の値が有意に大きい事が示された。

情報伝達 情報伝達については、交互作用は有意とならなかった [$F(1, 28) = 0.35, p = .56$]。また、教示の主効果と行動の主効果は有意とならなかった [$F(1, 28) = 0.09, p = .77$; $F(1, 28) = 1.28, p = .27$]。

上記の結果は、コミュニケーションにおける Emotional な側面では、Schema Based と Evidence Based の双方の処理の影響があったことが示唆する。一方、Cognitive な側面に関しては、Schema Based と Evidence Based の処理のいずれの影響をも検出することはできなかった。

4.3.2 後攻データ

Bias' 低群の後攻のアンケートの結果について、それぞれの因子項目ごとに t 検定を行った。図 10 は後攻の Bias' 低の被験者の平均評定値（縦軸）を、因子項目ごと（横軸）で示したものである。

対人緊張, 親和感情, 情報伝達 分析を実施した結果、対人緊張については、有意な差が認められなかった [$F(1, 13) = 0.495, p = .49$]。一方、親和感情については、有意な差が認められた [$F(1, 13) = 6.636, p < .05$]。情報伝達については、

有意な差が認められなかった [$F(1, 13) = 0.128, p = .73$]。上記の結果より、部分的ではあるが、Emotional な項目で、Schema Based の処理の影響が現れていたことを示唆し、先攻の結果とほぼ一致する結果となった。

上記の結果をまとめると、視点の偏りが大きい群では、Evidence Based の処理の影響のみが現れていた。一方、視点の偏りが小さい群では、Emotional な側面に着目した場合、Schema Based と Evidence Based の双方の処理の影響が現れていた。一方、Cognitive な側面については、いずれの処理の影響も検出されなかった。

5. まとめ

本研究の目的は、人間とエージェントが混在する状況における HHI/HAI の特質について実験的に検討することである。実験では、Schema Based と Evidence Based の2種類の処理に着目し検討を行った。

2つの処理の影響が、メディアコミュニケーションの心理特性に現れるのかを検討した結果、次の2点が明らかになった。

(1) 全体的には、コミュニケーションにおける Cognitive な側面に対しては、Evidence Based の処理の影響が強く現れる。具体的には、実際に人間とコミュニケーションしている時は、より有効な情報伝達が行われていたと評価される。一方、Emotional な側面に着目した場合には、そこに Schema Based の処理の影響が加わる。具体的には、実際に人間とコミュニケーションしている時は、エージェントとのコミュニケーションに比してより親しみやすく対人緊張が小さいと評価されるのに加えて、人間という認識を持ってコミュニケーションしている時は、エージェントという認識を持ってコミュニケーションしている時よりも、より親しみやすく対人緊張が小さいと評価される。

(2) 視点の偏りが大きな群と小さな群に分類した分析を行うと、相対的にみて、偏りが大きな群では Evidence Based の処理の影響がより優勢となり、偏りが小さな群では特に Emotional な側面において、Schema Based の処理の影響が現れてくる結果となった。

偏りが大きな群で Evidence Based の処理の影響が優勢なのは、自分の「みえ」について積極的に情報交換し問題解決に集中したため、相手の行動をより注意深く観察していたのではないかと考えられる。一方、偏りが小さな群で Schema Based の処理の影響が優勢なのは、相手の行動に注意が向かなかった分、自分自身の相手に対する知識に基づくコミュニケーションが行われ、それが Schema Based の処理の影響として現れたものと考えられる。

References

- Fisk, T. S., & Taylor, E. S. (1991). *Social cognition*. McGraw-Hill Education.
- Ye, Y., & Churchill, E. F. (2003). *Agent supported cooperative work*. Kluwer Academic Publishers.
- 都築誉史, & 木村泰之. (2000). 大学生におけるメディア・コミュニケーションの心理特性に関する分析 - 対面, 携

帯電話, 携帯メール, 電子メール条件の比較. 応用社会学研究, 42, 15-24.

林勇吾, 三輪和久, & 浦尾彰. (2007). 人間と対話エージェントとの相互作用に関する実験的検討. ヒューマンインタフェースシンポジウム 2007 大会論文集, 1069-1072.

林勇吾, 三輪和久, & 森田純哉. (2007). 異なる視点に基づく協同問題解決に関する実験的検討. 認知科学, 14(4), 604-619.