

コミュニケーションロボットに対する人間らしさの帰属の要因 Investigating humanity attribution factor on communication robots

阪本 綾香[†], 林 勇吾[‡], 小川 均[‡]
Ayaka Sakamoto, Yugo Hayashi, Hitoshi Ogawa

[†]立命館大学大学院 理工学研究科 情報理工学専攻, [‡]立命館大学 情報理工学部 情報コミュニケーション学科

Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University, College of Information Science and Engineering,
Ritsumeikan University

sakamoto@airlab.ics.ritsumei.ac.jp, yhayashi@fc.ritsumei.ac.jp, ogawa@is.ritsumei.ac.jp

Abstract

In this research, factors that influence attributing humanity on communication robots were investigated throughout a 'Shiritori' game. Conversations of two people playing 'Shiritori' were analyzed to extract factors that influence attribution of humanity. Results of the analysis suggest that, 'Falter' and 'Response time' are one of the key factors that influence attribution. Based on these results, speech actions were implemented into a communication robot called 'PaPeRo'. Next, a two factorial experimental designed experiment was conducted to investigate the influence of these factors. Dependant variables such as 'memory of the key words', 'playing trials', 'psychological questionnaires', and 'turn takings' were analyzed. Results show that there were differences between the memory performances on the response time factor. It is discussed that, 'Response time' is one of factors that foster attribution of humanity.

Keywords — Robot, Humanity, Shiritori, Response Time, Falter

1. 背景と目的

近年、人間とコミュニケーションを行うロボット開発が盛んに行われている。人間とのコミュニケーションを行うことは、様々な要因で行い易くなると考えられる。人間に近い外見を有するロボットは、人間らしさを誘発することが示唆されており、ロボットの外見の違いによってユーザとのインタラクションの仕方が異なることも示唆されている[1][2]。またロボットとのコミュニケーションに関しては、非言語情報を制御することでロボットとのコミュニケーションを円滑にする研究も行われている[3]。外見や非言語情報で人間のように振舞うことや、人間とコミュニケーションを行

うことが可能であるとされているが、本研究ではコミュニケーションにおける発話行為に注目し、NEC社製のパーソナルロボットPaPeRo(Partner-type Personal Robot)[4]を用いて、内面的な部分でロボットに対する人間らしさの帰属を引き起こす要因について検討する。

ロボットが人間のパートナーとして認められる要因は多くあるが、その一つに人間のように対話を行うことが挙げられる。対話には発話以外にジェスチャーやプロソディーなどの非言語情報が含まれるが、本研究では発話に限定し、人間のように思われるための要因について検討する。ジェスチャーやプロソディーを使用しない発話の例として「しりとり」を対象とする。

本研究では、発話における人間らしさの要因を検討することを目的としているので、人間が行う行為をそのまま実装すれば、人間らしさの要因が得られると判断した。まず、人間同士のしりとりを分析することにより、人間らしさの帰属を引き起こす要因の候補を抽出する。その候補をロボットに実装し、しりとりを用いて心理実験を行った。また、評価方法として、評価アンケート、ターン数、実験時間、記憶の正答数で評価を行う。これらの評価方法より、本研究で設定した条件を比較することで、その結果が人間らしさにおいて重要な要因かを検討する。

2. 発話の収集

本研究では、まず人間同士のコミュニケーションについての調査を行った。この調査では、3組

6人(男性:4人,女性:2人)の友達同士であり,飽きるまでしりとりを行って下さいと教示し,ルールは各組で決めながら,しりとりを行った.各組のしりとりの様子をICレコーダー(OLYMPUS製 Voice-Trek V-41)により収集し,発話の特徴についての解析を行った.

分析では,まずしりとりの内容を8つのコードに分類し,コーディングを行った(表1参照).

表1 コードの種類

コード	内容
しりとり	単語
その他	相手のやりとりとは無関係 (Ex.長く続いていますね)
言い淀み	ある文字を探す発言(Ex.「り」...)
感情	リアクション(Ex.おー)
相槌	相手への受け答え(Ex.うーん)
促し	相手へのプレッシャー(Ex.早く)
聞き	相手に単語の内容を確認(Ex.「あ」?)
始まり	冒頭に発言(Ex.始めるね)

各コードの出現頻度を調査したところ,「しりとり」以外に「言い淀み」や「その他」といった発話行為を頻繁に行っていることが明らかになった.

次に,各個人における「言い淀み」・「その他」より次のコードへの出現頻度を調査した.図1の縦軸は「言い淀み」・「その他」の次のコードをそれぞれ抽出し,次のコードの総数のうち各コードの割合を,横軸は,「言い淀み」・「その他」を発言後の次のコードを示したものである.この結果より,「言い淀み」の後に「しりとり」をする頻度(62.3%)が非常に高かった.これより,「しりとり」・「言い淀み」に着目し,さらに調査を進めた.

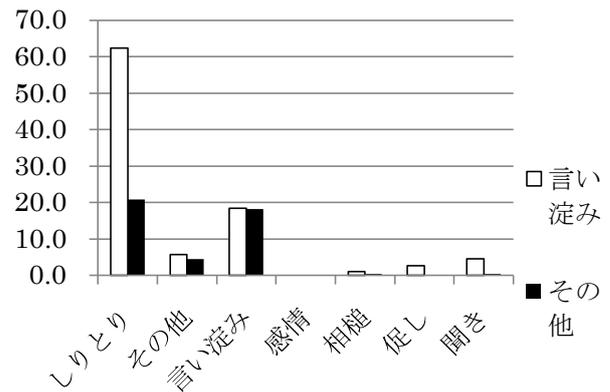


図1 「言い淀み」・「その他」より次のコードへの出現頻度

また,「発話のタイミング」を調べるために人間同士のしりとりの実験においてコード別の応答時間を計測した.応答時間は,発話者が発言を終了し,相手に発話に移行するまでの時間とする.また,相手に発話に移行した際のコードの応答時間をコード別に抽出し,コード別の平均応答時間を調査した.分析の結果,次の「しりとり」が行われるまでの平均応答時間が2.29秒(標準偏差1.36秒)であり,「言い淀み」が行われるまでの平均2.16秒(標準偏差1.89秒)であることが分かった.

3. PaPeRo への実装と実験

発話の収集より,人間らしさの要因に関わる要因として「言い淀み」と「発話のタイミング」に注目し,実際に人間が行っていた発話や発話応答時間を PaPeRo に実装した.

3.1 しりとりシステム

システムは,「しりとりシナリオ」モジュールと「行動決定プログラム」モジュールで構成されている(図2参照).なお,本システムに実装したしりとりの語彙の種類として,約300種類用意した.

シナリオとは,PaPeRoの応答(動作フロー)を記述したものである.しりとりシナリオは,最初に人間の発話の音声認識し,その単語を行動決定プログラムに送る.その後,行動決定プログラムから,

発話すべき単語と、発話までの行動（しりとり以外の行動）を受け取り、シナリオを作成する。PaPeRoはこのシナリオに従って、行動を行う。

行動決定プログラムは、しりとりシナリオの詳細な処理を行うモジュールである。人間の発話した単語をしりとりシナリオ生成モジュールから受け取る。この単語の末尾の語から始まる単語を探索し、決定する。このとき、PaPeRo及び人間が一度発話した単語を除く。その後、発話の収集より得られた結果から「しりとり」や「言い淀み」のタイミングを決定し、しりとりシナリオ生成モジュールに送る。図3に行動決定プログラムまでの流れを示す。

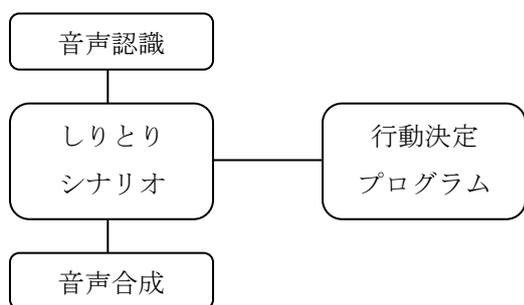


図2 しりとりシステム構成図

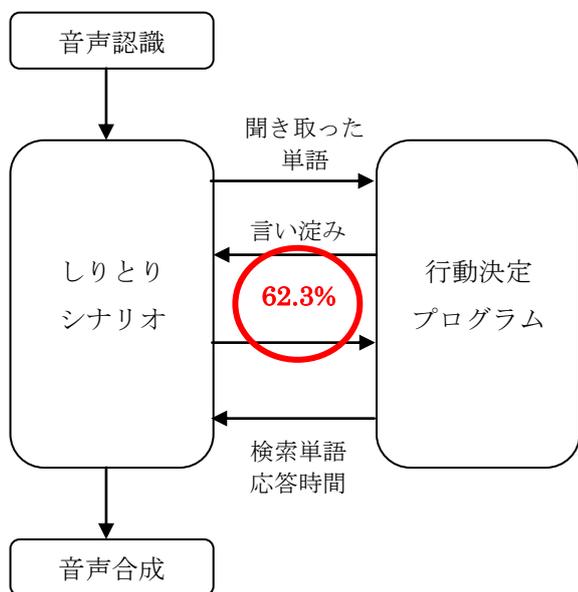


図3 行動決定プログラムまでの流れ

3.2 実験方法

実験は、2（言い淀みあり／なし）×2（応答時間操作あり／なし）の被験者内要因の実験計画である（表2参照）。表2に基づき、4種類のプログ

ラムを作成し、PaPeRoに実装した。なお、応答時間操作ありは、人間同士のしりとり実験において調査したコード別平均応答時間を正規分布に従って作成し、応答時間操作なしは、2秒と設定した。また、「言い淀み」に関して、人間同士のしりとり実験において調査し抽出した「言い淀み」の中から、特に頻度が高かった7種類の「言い淀み」を実験者が抜粋した。

実験は、ビデオカメラ(SONY製デジタルビデオカメラレコーダー DCR-DVD403)により収集を行った。また、しりどりのルールとして、システムの都合上、最初は実験参加者から開始することとした。しりどりの一般的なルールとして、語尾に「ん」が付くと負けとなる。これらのルールの基、実験参加者に4種類のしりどりを実施した。

表2 2×2の被験者内要因の実験計画

		時間要因	
		応答時間操作あり	応答時間操作なし
発話要因	言い淀みあり	①	②
	言い淀みなし	③	④

本研究の評価方法として、評価アンケート、各条件の実験ターン数及び実験時間、実験参加者によるPaPeRoにおける「しりとり」の記憶正答数を従属変数として調査した。なお、記憶の正答数は以下の方法で調査した。実験参加者に各条件を実装した。PaPeRoとしりどりを行った後、アンケートでこの回で使用された単語をできるだけ多く記述するように指示した。実験後、実験者が実際に使用した単語とアンケートで記述した単語（回答数）を照らし合わせ、実際に使用した単語の総数を正答数とした。PaPeRoが発話した単語であるか、実験参加者が発話した単語であるかを分類し、PaPeRoが発話した正答数のみを調査した。例を図4、図5に示す。

アンケート

この回で使用された単語を
できるだけ多く書いて下さい

PaPeRo PaPeRo Human Human

りんご みかん, しりとり, あか, うま, らくだ

Human PaPeRo

ごりら, だんす, すいか

回答数 : 9 個
PaPeRo における 正答数 : 3 個

図 4 記憶の正答数アンケート

実際に使用した単語

PaPeRo: りんご
PaPeRo: みかん
Human: しりとり
Human: うみ
Human: らくだ
Human: ごりら
PaPeRo: だんす
...

図 5 実際に使用した単語

評価アンケートに関しては、各条件の実験終了後、評価アンケートを実施した。アンケートは、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を使用した[5]。質問は以下の表 3 に記述された 16 項目に分類され、質問項目に対して、「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 件法で実験参加者に回答を求めた。なお、実験参加者は、全条件に割り当てられた。課題遂行順序は、カウンターバランスにより統制した。

表 3 評価アンケート質問項目

1. 孤独を和らげる
2. 楽しい
3. 緊張する
4. 意思伝達が素早い
5. 相手を身近に感じる
6. 気楽に心を開く
7. 苦手である
8. 情報収集に効果的である
9. 思いやりを表現できる
10. かたぐるしい
11. 自分の意思を伝達しやすい
12. 個人的な話ができる
13. 気軽である
14. 目的がある
15. 集中できる
16. 疲れる

3.3 調査協力者

調査は、立命館大学の理系学部学生を対象に実施され、全体で 24 人(男性 : 16 人, 女性 : 8 人, 平均年齢 : 22.3 歳)が実験に参加した。

4. 結果

4.1 評価アンケート

図 6 は評価アンケートに関する結果である。縦軸は各質問項目の平均得点を示し、横軸は各質問項目を示す。評価アンケートの質問項目ごとで、2 要因の被験者内要因の分散分析を行った。その結果、どの質問項目において有意とならず、平均値に差はなかった。

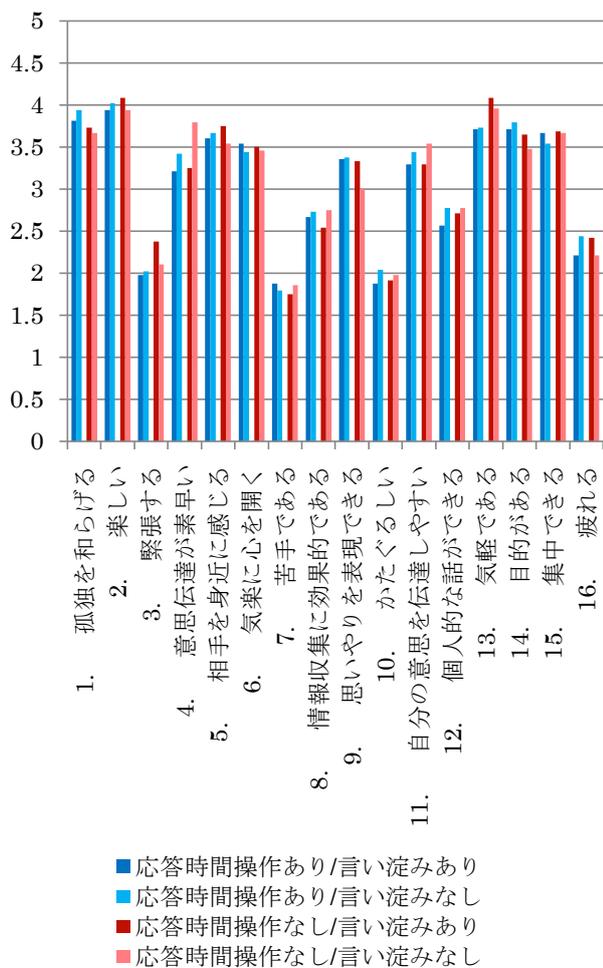


図6 評価アンケート結果

4.2 平均ターン数

図7は、各条件における平均ターン数の結果である。縦軸は実験参加者の各条件のターン数を平均した値、横軸は各条件を示す。各条件におけるターン数において、2 要因の被験者内要因の分散分析を行い、交互作用が有意とはならなかった ($F(1, 23)=3.08, p=.09$)。また、いずれの主効果も有意とはならなかった ($F(1, 23)=0.074, p=.79; F(1,23)=0.027, p=.80$)。

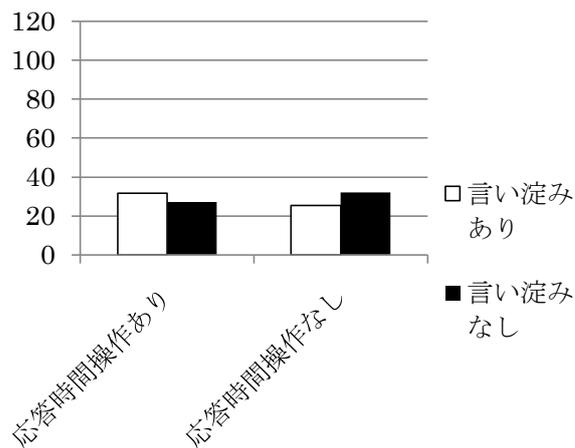


図7 各条件における平均ターン数

4.3 平均実験時間

図8は、各条件における平均実験時間の結果である。あらかじめ実験参加者には、4 種類のしりとりをそれぞれ飽きるまで行ってくださいと提示している。実験時間は、各条件の実験開始から終了までとなる。縦軸は実験参加者による各条件の実験時間を平均した値、横軸は各条件を示す。各条件における実験時間において、2 要因の被験者内要因の分散分析を行った結果、各要因は有意とはならなかった。

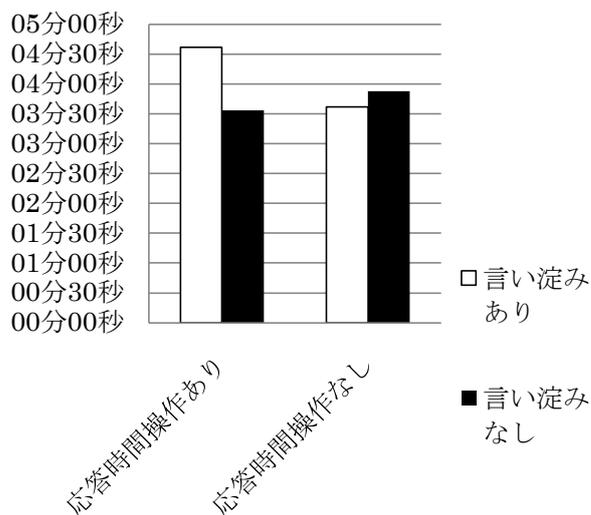


図8 各条件における平均実験時間

4.4 記憶の正答数

次に記憶の正答数に関して、実験参加者による言い淀みの主効果について分析を行った。図9は、縦軸に実験参加者による各条件のPaPeRoにおける「しりとり」の記憶の正答数を平均した値、横軸に各条件を示す。各条件における記憶の正答数において、2要因の被験者内要因の分散分析を行った結果として、交互作用が有意とはならなかった($F(1, 23)=1.397, p=.24$)。

一方、発話要因の主効果は、有意とはならなかったが($F(1, 23)=0.301, p=.59$)、時間要因の主効果は、有意となった($F(1, 23)=4.898, p=.04$)。

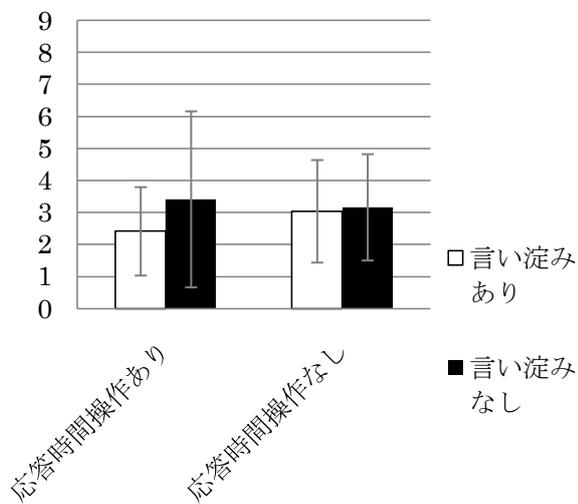


図9 実験参加者によるPaPeRoにおける「しりとり」の記憶正答数

次に、上記の結果はどのような要因によって生じているのかを詳しく調査するため、詳細な分析を行った。まず、記憶の正答数を詳細に検討するために実験参加者がアンケートに記入した回答数をhigh (6.5個以上)とlow (6.5未満)に分類し、上記と同様に被験者内要因の分散分析を行った。図10、図11の縦軸はhigh群、low群の実験参加者による各条件のPaPeRoにおける「しりとり」の記憶の正答数を平均した値、横軸は各条件を示す。

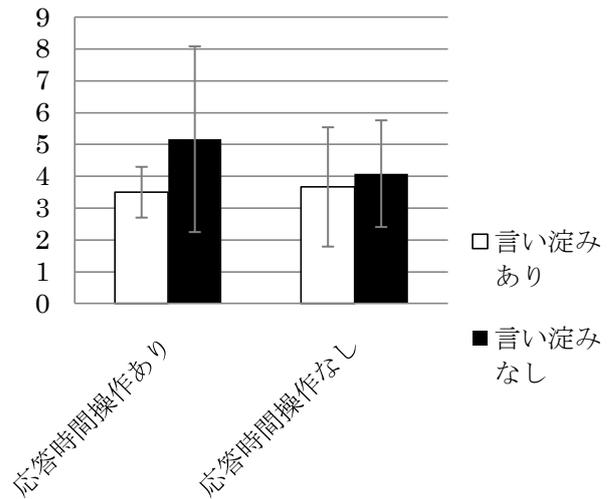


図10 high群の実験参加者によるPaPeRoにおける「しりとり」の記憶正答数

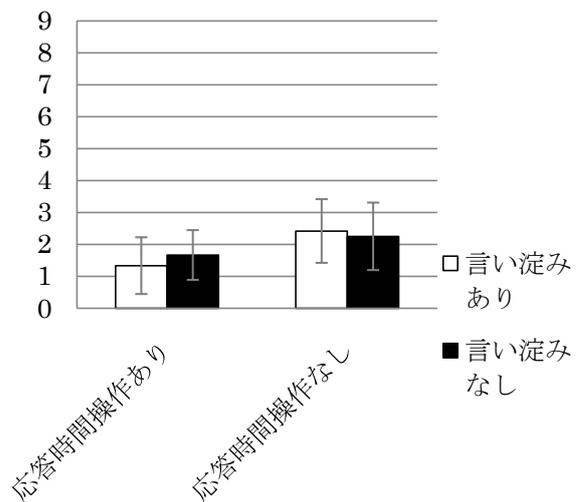


図11 low群の実験参加者によるPaPeRoにおける「しりとり」の記憶正答数

分析の結果、high群において、交互作用が有意とはならなかったが($F(1, 11)=0.912, p=.36$)、時間要因の主効果のみが有意であることが分かった($F(1, 11)=5.677, p=.04$)。なお、発話要因に関しては有意とはならなかった($F(1, 11)=0.620, p=.45$)。一方、low群において、時間要因による有意な差は見られなかった($F(1, 11)=0.186, p=.67$)。

4.5 考察とまとめ

これらの評価結果より、評価アンケート、平均

ターン数, 平均実験時間に関しては条件間で差は観察されなかったが, 記憶の正答数に関しては, 応答タイミングにバリエーションがある方がない場合に比べて記憶の正答数が高くなることが明らかになった. また, この結果を詳細に分析した結果, **high** 群においてのみ同様の傾向が観察され, 記憶成績の高い実験参加者は, 応答タイミングのバリエーションがある場合の方が「しりとり」をより多く記憶していることが明らかになった. これは, 応答タイミングのバリエーションという要因が, ユーザの特性に応じてコミュニケーションロボットとの発話行為に影響を与える可能性があることを示している.

現実の場面の人間同士のコミュニケーションでは, 好きな相手の行動に対しては, 相手の発言した内容についてより多くのことを記憶していることがこれまでの研究では明らかにされている[6][7][8]. 今回の記憶の正答数における実験結果に関しては, 応答タイミングにバリエーションがあった場合の PaPeRo との会話で, より多くのことを記憶していることが明らかになった. 以上より, 応答タイミングのバリエーションという要因が, 人間同士のコミュニケーションと同じような行動を誘発する上で重要であることが示唆される. 従って, これは人間らしさを引き起こす一つの重要な要因であると考えられ, 今後より詳細に検討していく必要がある.

5. 今後の展望

今回の本研究では, 記憶の正答数でしか差は見られなかった. これは, 実験参加者へのタスクが多々あったことが考えられるため, 現在システムを改良中である. また, 今回の結果より, 応答のタイミングが人間らしさの帰属の要因と観察されたが, 時間要因の応答操作なしにおける 2 秒と設定した時間が, 実験参加者にとって, リズムよく, 人間らしく思える時間であった可能性が推測されるため, 様々な評価方法に影響を与えた可能性も考えられる. この時間設定に関して, 応答タイミングを詳細に実験・分析する必要があると考えら

れる. 新システム導入後, さらに調査を行うことを予定している.

参考文献

- [1] 坂本大介, 神田崇行, 小野哲雄, 石黒浩, 萩田紀博, (2007) “遠隔存在感メディアとしてのアンドロイド・ロボットの可能性”, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.12, pp.3729-3738
- [2] T. Komatsu, N. Kuki, (2009) “Investigating the Contributing Factors to Make Users React Toward an On-screen Agent as if They are Reacting Toward a Robotic Agent”, In Proceedings of the 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN2009), pp.651-656
- [3] 横山真男, 青山一美, 菊池英明, 帆足啓一郎, 白井克彦, (1999) “人間型ロボットの対話インタフェースにおける発話交替時の非言語情報の制御”, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.2, pp.487-496
- [4] NEC コミュニケーションロボット PaPeRo <http://www.nec.co.jp/products/robot/>
- [5] 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, Vol.42, pp.15-24
- [6] Keenan, J.M. and Baillet, S.D., (1980) “Memory for personally and socially significant events” In R. S. Nickerson(Ed.), Attention and Performance, VII. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates, pp.651-669
- [7] Ferguson, T.J., Rule, B.G., Carlston, D., (1983) “Memory for personally relevant information”, Journal of Personality and Social Psychology, Vol.44, pp.251-246
- [8] 池上知子, (1991) “対人好悪の感情が情報の体制化に及ぼす影響”, 愛知教育大学研究報告(教育科学), Vol.40, pp.155-169