

# 教示システムにおける人—システム 関係性構築戦略とその評価

吉田 理貴<sup>1,†1,a)</sup> 片桐 恭弘<sup>1</sup>

**概要：**人はエージェントを社会的存在として認知する。従って人はシステムに対しても社会的存在として評価を下す。その評価が人に対する評価と類似していれば、人とシステムのよりよい関係が実現しやすいと考えられる。教示場面ではシステムの自然な反応への要求が高いと考え、人同士の教示戦略を教示システムに適用して、その評価を比較した。類似する評価が確認されたのでその要因を報告する。

**キーワード：**HCI, 行動分析, 評価, 教示, 関係性

## Research on the Efficacy of System Behaviors in Building Relationships with Users in Tutoring Systems

YOSHIDA RIKI<sup>1,†1,a)</sup> KATAGIRI YASUHIRO<sup>1</sup>

**Abstract:** Media equation research in Human-Computer interaction field have demonstrated that human responses to computers at the intuitive non-deliberative level are congruent with those in human-human interactions. The responses can be either positive or negative depending on the choice of computer/human behavior strategies. We chose a simple tutoring domain of one-stroke sketch problem solving, and compare the effect of content and timing of human and computer tutor behaviors on the psychological effects in human learners. We found that both content relevance and timing choice have significant effects in getting positive ratings both for human and computer tutors.

**Keywords:** HCI, Behavior analysis, Evaluation, Tutoring, Relationship

### 1. はじめに

コンピュータと人との関わり方に関する研究分野をHCI(Human Computer Interaction)と呼び、様々な研究が報告されている。その中に、エージェントは社会的な存在として認知されているというものがある [2]。これは、エージェントがインタラクションの対象として認知されることは、エージェントが存在しているという事実だけで、ユーザに影響を与えてしまうことを示す。影響を与えることは常

に良いとは限らず、むしろその多くが人に対して負の影響を与える。人によってはシステムは雑務的な処理だけを行うべきであり、システムが知的な行動をすべきではないと主張する人もいる。D.A. ノーマンは、人間と機械との共通基盤を持つことの難しさから、コンピュータと人との間にあるテクノロジーの壁を感じ、テクノロジーの限界を明確化している [1]。そのため将来的な機械は人間の心を読むことも、行動の動機や次の行動を予測することもすべきではないとしている。しかし、人間関係においては行動予測は大切な要素でもある。

人間関係の法則は、人間とメディアにも当てはまると主張するのがバイロン・リーブスとクリフォード・ナスの「メディアの等式」 [2] である。バイロン・リーブスとクリフォード・ナスは著書の中で、「人と新しいメディアとの

<sup>1</sup> 公立はこだて未来大学

FUTURE UNIVERSITY HAKODATE

<sup>†1</sup> 現在、奈良先端科学技術大学院大学

Presently with NARA INSTITUTE of SCIENCE and TECHNOLOGY

<sup>a)</sup> riki-y@is.naist.jp

関係は、現実世界における関係と同じくらい基本的であり、社会的かつ自然なことである」としている。ここでいう関係とはどれも人間同士の関係ではあるが、この人間同士の関係の法則は人間とメディアにも当てはまるというのが、メディアの等式である。パイロン・リーブスとクリフォード・ナスはメディアに対する社会的反応は無意識のうちに、かつ自動的に起こると結論付けている。そこで、メディアの等式をシステムに取り入れることで、人はそのシステムに対して人間と同じような評価を下し、人間とシステムがより人間同士が行う関係に近い関係になると考える。人間同士のコミュニケーションに近い関係が実現できたのであれば、そのシステムが人間のどこに注目して関係を構築したのかが明確になる。

今回はシステムを教師役、人間を生徒役と考えた教示システムを開発することで人間とシステムのよりよい関係性を構築するためにはどこに注目すべきなのかを考える。教える題材は一筆書き問題とした。まず、人間同士でどのような教え方を好み、教え方によってどのように会話に変化していくのかを実験で調べる。そこからわかったことをシステムに適用する。メディアの等式に従うならば、人間の好んだ教え方をしたシステムの評価が高く、より自然でわかりやすいシステムになるはずである。完成したシステムを実験で評価してもらい、評価がどれだけ人間同士での教示の評価に近いかを考察する。この評価が最も人間の評価と近くなったシステムの注目した教示方法が、人間とシステムのよりよい関係性を構築するために必要となる個所であると仮説を立てて研究を行った。

## 2. 人同士の教示を調べる実験

対人関係において人に物事を教える際に、どのような状態、手順をふまえることで、被験者の反応が変わるのかを調べた。そのため通常のプロトコル分析では被験者に発話をうながすが、今回は被験者への発話のうながしは行っていない。調べた結果を書きおこし、人の行動をモデリングするために今回の実験を行った。この実験で被験者が実験者の説明能力がどれくらいだと思っているか、どれくらいやりとりにより好感を持ったかなどを知る一つの指標とした。

今回の実験では、被験者を生徒役、実験者を教師役として、被験者に一筆書きゲームを行ってもらった。被験者は一人で、タブレット PC 上の問題を解いてもらった。実験で用いたシステムについては3節で述べる。実験者が、被験者に対して、解答のヒントを出した。ヒントを出す際に実験者の反応として以下の3パターンを用意した。

- 1. 正確な答えを教える。答えを教える際にはジェスチャーなどのコミュニケーション方法も使う。
- 2. 正確な答えは教えないが、ジェスチャーや会話などで被験者の行動に対して、直接答えとは関係ない別の反応をする。

- 3. 被験者に対して、何も反応を示さない。実験者は時計を見続ける。

一つの実験でどれか1パターンを用いた。また、問題を解いてもらった後に、被験者に以下の3点についてアンケートに答えてもらった。

- 被験者は自分の解答方法をどれくらい良いものと評価するか
- 問題をどれくらい良いものと評価するか
- 実験中での実験者の反応をどれくらい良いものと評価するか

これらを図1のようにして、20問答えてもらった。

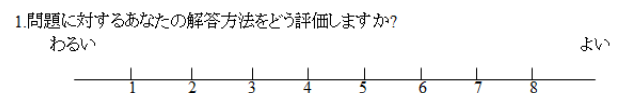


図1 アンケート例

### 2.1 装置

実験装置には、ビデオカメラ、タブレット PC、紙、ペン、アンケート用紙を用いた。

### 2.2 被験者

実験には、公立はこだて未来大学の学生を対象に、12人に協力してもらった。被験者1, 4, 7, 10はパターン1で、被験者2, 5, 8, 11はパターン2で、被験者3, 6, 9, 12はパターン3で実験を行った。それぞれのパターンには、実験者と親しい人を2人、実験者と面識のあまりない人を2人、合計4人となるように実験した。

### 2.3 手続き

被験者と実験者は横に並び、最初に実験者が実験の説明をする。実験の説明は、用意した4つの問題を解いて欲しいこと、制限時間は15分とすることを説明した。問題を解いているときに、解いている場面を正面からビデオカメラで撮影した。また、問題を解いている手元も別のカメラで撮影した。解答終了後は被験者に用意したアンケート用紙に答えてもらった。実験後に撮影した内容を書き起こした。また、アンケート用紙から被験者の反応を分析した。

### 2.4 実験結果

実験者の反応に対して、アンケート結果に差異が生まれるのかを5%水準で検定した。本来の検定では、12人では数が少なすぎるため有意傾向が見られる程度のものだと考えている。今回は有意差が確認されたアンケート項目を載せた。

表1は被験者の問題に対する取り組み方が論理的であったか、直感的であったかを聞いたアンケート結果である。論

表 1 被験者の取り組みが論理的 (数値:低) か直感的 (数値:高) の評価結果

1	数値	2	数値	3	数値
被験者 1	7	被験者 2	6	被験者 3	4
被験者 4	1	被験者 5	7	被験者 6	7
被験者 7	3	被験者 8	8	被験者 9	7
被験者 10	3	被験者 11	7	被験者 12	7
平均	3.5	平均	7	平均	6.25

理的だと考えた人は数値が低く、直感的だと考えた人は数値が高くなる。  $F(2,9)=4.26$  であり、得られた  $F_0=4.41$  より、有意差がある。これから、教師が生徒に正確な答えを教えることで、生徒は自分の問題に対する取り組み方を論理的であると考えることがわかった。論理的であると考えやすいパターン 1 の被験者の解き方を見ると、パターン 2 やパターン 3 の被験者の解き方と大差はなかった。

表 2 実験者の説明が論理的 (数値:低) か直感的 (数値:高) の評価結果

1	数値	2	数値	3	数値
被験者 1	2	被験者 2	5	被験者 3	4
被験者 4	2	被験者 5	5	被験者 6	3
被験者 7	2	被験者 8	5	被験者 9	1
被験者 10	4	被験者 11	3	被験者 12	2
平均	2.5	平均	4.5	平均	2.5

表 2 は実験者の説明が論理的であったか、直感的であったかを聞いたアンケート結果である。論理的であると考えた人は数値が低く、直感的であると考えた人は数値が高くなっている。  $F(2,9)=4.26$  であり、得られた  $F_0=4.36$  より、有意差がある。これから、教師が生徒に対して、答えとは関係のない反応を繰り返すことで、他のパターンよりも生徒は教師の説明を直感的であると判断することがわかった。

表 3 実験者に対してきまずさ (数値:低)、親密さ (数値:高) を感じたかの評価結果

1	数値	2	数値	3	数値
被験者 1	7	被験者 2	3	被験者 3	5
被験者 4	6	被験者 5	3	被験者 6	6
被験者 7	8	被験者 8	3	被験者 9	4
被験者 10	6	被験者 11	5	被験者 12	4
平均	6.75	平均	3.5	平均	4.75

表 3 は実験者に対してきまずさを感じたか、親密さを感じたかを聞いたアンケート結果である。きまずさを感じた人は数値が低く、親密さを感じた人は数値が高くなる。  $F(2,9)=4.26$  であり、得られた  $F_0=11.38$  より、有意差がある。これから、教師が生徒に正確な答えを教えることで、生徒は教師に対して親密さを感じやすくなり、逆に、教師が生徒に対して、答えとは関係のない反応を繰り返すことで、気まずさを感じやすくなることがわかった。教師が何も反応

を示さない場合は中間的な値をとっていることもわかる。

それぞれの被験者ごとに会話と行動に対する書き起こしを行ったが、全てを載せることができない。ここでは、それぞれの実験の被験者と実験者の発言回数をまとめたものを載せる。

表 4 被験者と実験者の発言回数

	実験 1	実験 4	実験 7	実験 10
被験者	101	156	80	10
実験者	55	78	51	25
	実験 2	実験 5	実験 8	実験 11
被験者	65	83	31	125
実験者	50	62	27	72
	実験 3	実験 6	実験 9	実験 12
被験者	39	23	17	12
実験者	27	25	18	19

この結果は実験者による実験の説明、残り時間の示唆も発言回数として数えているため、何も反応を示さないというパターン 3 でも実験者の発言回数は常に 20 程度はある。また、発言に関しては文の一区切りで 1 回の発言としているが、発言者の発言が曖昧な場合や聞き取れない場合もあるので発言回数は多少の誤差はあるものとする。実験終了後に、被験者には問題の解答を聞きたいかどうかを尋ねた。実験 8 と実験 10 の被験者は、問題の解答を聞くことを拒否し、他の被験者は問題の解答を聞くことを了承した。被験者 10 が解答を聞かなかった理由としては、『答えをもう知っている』だった。被験者 8 はそもそも答えにはそこまでの興味はないとのことだった。

これらのことから、教示の際のコミュニケーションは両者の合意がなくてはなりたないといえる。パターン 3 で実験を行った被験者は全員発言回数が少ない。これは、実験者が常に時計を見ており、明らかに教える意思はないことを感じたからだと考えられる。実験 8 と実験 10 の被験者もジェスチャーが少なく、自分からの発話はなかった、実験者が発話させようにも一言で返されてしまうため会話が続かない状況だった。こういった状況の時は被験者がなにに困っているのかわからず何を説明したらよいかすらわからなかった。被験者 8 と被験者 10 は、答えに興味を示さなかったことから、問題の解きかた、漠然とした答えなどには興味がなかったので実験者の質問に対しても深くは話さず、発言回数が極端に少ないと考えられる。このことから発言回数の少なさは、教えるという意味では、両者の目的の不一致を表している。

うなずき行動は、全体的にポジティブなものが多かった。パターン 2 では正解となるヒントをださないようにしていたので、意識していたわけではないが正解に対しても失敗に対しても基本的にはポジティブな反応を示すようにしたためだと考えられる。このことから、ポジティブにとれる

反応は反応を受け取る側がかなり広い範囲での解釈を行うが、ネガティブな反応は狭い範囲で解釈を行うことが予測されるために避けていると解釈できる。また、うなずき行動はパターン 3 の被験者の反応に何も反応を示さず前半の実験説明部分以外でのうなずき行動は行っていなかった。このことからうなずき行動などのジェスチャーは、ただその事柄への賛同や否定、同調を表すのではなく、その事柄や人への興味感心や会話のタイミング調整などの役割を果たしていることが分かる。

### 3. システム設計

人間がタブレット PC を用いて一筆書きができるシステムを開発した。その際に用いた開発環境は Eclipse で、Google が提供する Android OS を使用した。バージョンは Android 3.1 である。使用機器として TOSHIBA 製 REGZA Tablet AT300/24C を用いた。

#### 3.1 人同士の実験用システム

人間同士の教示の際に用いるシステムを開発するにあたって

- 人間同士の教示を調べるため、使用者にシステムの反応を意識させない
- どのような過程をたどって問題を解決するのかを知る
- マルチタッチ機能を用いたシステム

この 3 点に注意して設計を行った。2 点目は問題を 4 つ用意し、多くの解法を試してもらうことで、どのような過程をたどって問題を解決するのかを知れると考えた。3 点目のマルチタッチ機能を用いたシステムにした理由は、実験をする際にマウスやタッチパッドよりも直接、指で触った方がシステムを意識させないと考えたからである。また、今回の実験を基に人とシステムの教示の際に用いるシステムを設計する。図 2 が今回開発した人同士の教示を調べる実験で用いるシステムのステートチャート図である。

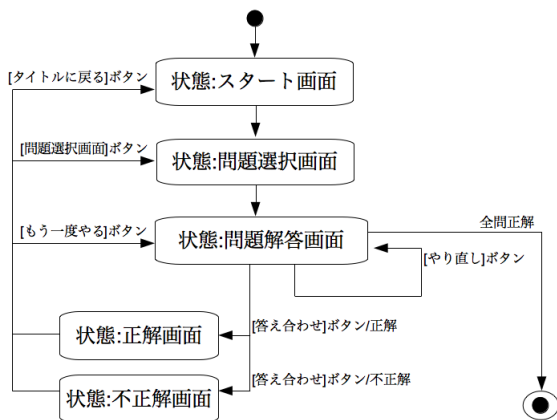


図 2 人間同士の実験で使用するシステム:ステートチャート図

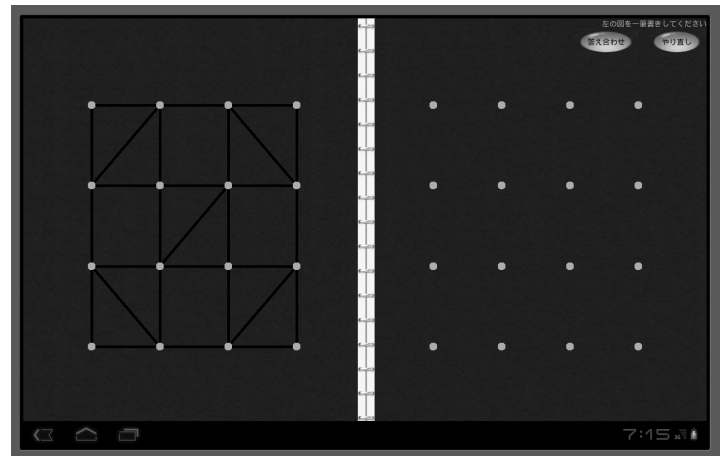


図 3 問題解答画面

図 3 が問題解答画面である。図 5.4 の左画面が一筆書きして欲しい問題で、右画面に同じ図形を描写してもらう。右画面にある丸い玉をタッチし、その後に別の玉にタッチするとタッチした玉と玉との間に線が引かれる。タッチしたかどうかの判定は、玉に座標を設定し、MotionEvent クラスのメソッドである、getX() と getY() で取得される X, Y 座標が玉の座標と一致した時を判定条件としている。getX() と getY() は同じく MotionEvent クラスのメソッドである getAction() で ACTION\_DOWN, ACTION\_MOVE, が呼び出された時に取得される。ACTION\_DOWN はタッチされた時に呼び出される動作で、ACTION\_MOVE は指を持ち上げずにスライドした時に呼び出される動作である。

次の状態遷移の条件として、右上の 2 つのボタンを押す。2 つある内の右のボタンがやり直しボタンで、左が答え合わせボタンである。やり直しボタンが現在の問題解答画面の状態を初期の問題解答画面状態に戻す。答え合わせボタンを押す事で現在の問題解答画面の状態が正解か不正解かを判定する。

#### 3.2 人-システムの実験用システム

人間同士の教示を調べる実験で、教師役の教示が特に変化したのが教示の内容とタイミングだった。そのことを踏まえて 4 つのシステムを開発した。図 2 は開発したシステムのステートチャート図である。

図 4 の枠線 1 では、様々な状況に合わせたヒントコメントを提示するが、この機能は問題を解く上で役に立たないコメント(悩んでいますか?, いけそうですか?など)を提示する。この時に『うん』や『うーん』などのうなずきに近い言葉なども提示するようにした。教示の実験では、役に立たないコメントを多く発声する場合とあまり発声しない場合が見られたので、システムによって、この機能をつける場合とつけない場合を用意した。図 5 の上部にある『悩んでいますか?』が枠線 1 の機能の例である。

図 4 の枠線 2 では、下画面で提示するヒント機能を表し

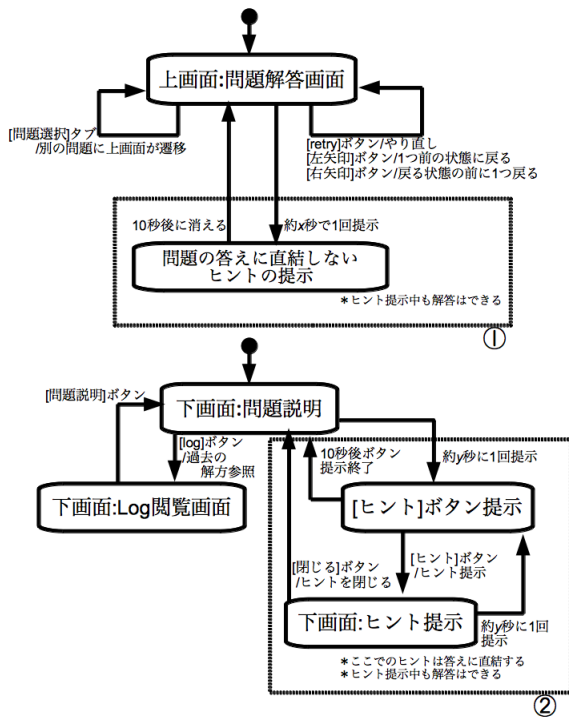


図 4 人-システムの実験で使用するシステム:状態チャート図

トは最初に簡単なものを提示し、徐々に重要なヒントを出すようにした。

枠線 1 と枠線 2 のヒントは、どちらも人同士の教示を調べる実験で実験者が発言した内容を参考にした。システムのヒントの提示タイミングも人同士の実験を参考にはしているが、システムは時間に依存するため、人同士の教示とは違ったタイミングになることが多々ある。

表 5 機能の表示タイミング

システム番号	機能 1(x)	機能 2(y)
システム 1	2 分 30 秒	2 分 30 秒
システム 2	機能なし	2 分 30 秒
システム 3	2 分 30 秒	1 分 30 秒
システム 4	機能なし	1 分 30 秒

表 5 はそれぞれのシステムの機能表示タイミングである。システム 3 とシステム 4 は、この他に開始 7 分間は機能 1、機能 2 もに一切の提示をしないようにした。これは教示の実験で、実験の最初からコメントを多く発声する場合と実験の後半から発声を多くする場合が見られたためである。

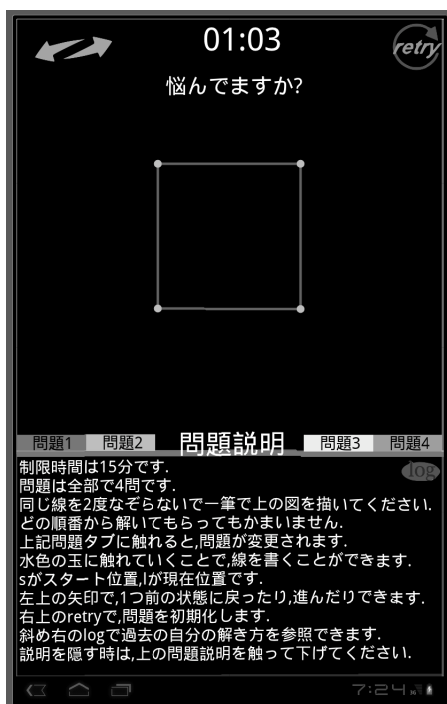


図 5 コメント提示例

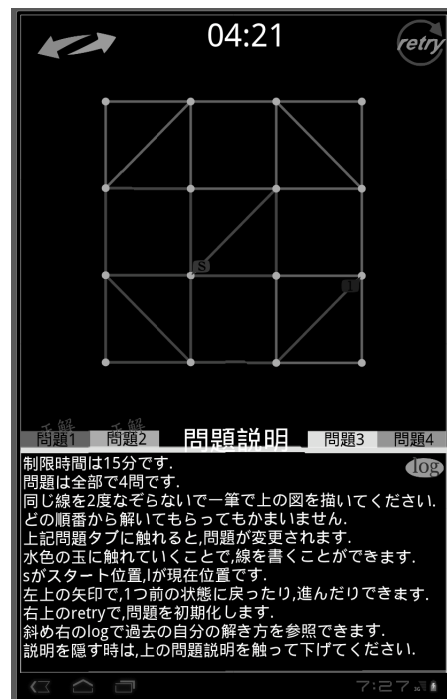


図 6 システムの使用例

ている。[ヒント] ボタンを押す事で、ヒントを閲覧できるようになっている。ヒントを閲覧するか閲覧しないかは使用者が決める。これは人間同士の教示を調べる実験の際に実験者が重要なヒントを話す時は必ず被験者に承諾を得ていたことから、システムでも使用者がボタンを押す事を承諾と解釈して提示するようにしたためである。ヒントでは、偶点、奇点の存在や一筆書きで解ける問題と解けない問題の存在、どこから始めるべきかなどのヒントをだす。ヒ

図 6 が実際に開発したシステムである。問題は全部で 4 問あり、タブなどで遷移できるようになっている。表 5 の機能提示タイミングと機能の有無以外のシステム構成は、全てのシステムで同じである。問題説明と書かれている部分より上が問題回答画面であり、下が問題説明をするようになっている。図 3 の状態では、下画面で制限時間や問題の説明、システムの機能を説明しているが、真ん中右斜めにある [log] ボタンを押す事で、下画面が Log 閲覧画面に変わ

り、今までの自分の解き方などを参照しながら問題を解くこともできる。

#### 4. 人とシステムの教示を調べる実験

システムが人に教示を与えた際の人の反応を調べることを目的とする。今回はシステムによる教示内容を変化させることと、教示のタイミングを変化させることで人の反応に変化があるのかを調べた。また、それ以外に問題を全て解けた被験者と解けなかった被験者を比べることで被験者自身の評価やシステムの評価に変化があるのかも調べた。

##### 4.1 実験方法

一筆書き問題を被験者に行ってもらい、システムが人に教示を与えた際の人の反応を調べる。実験で用いたシステムは3節で述べたものとし、制限時間は15分とする。被験者は一人で、タブレット PC 上の問題を解いてもらう。その際にシステムが被験者に何かしらの教示を行う。

問題を解いてもらった後に、被験者に以下の3点についてアンケートに答えてもらった。

- 被験者は自分の解答方法をどれくらい良いものと評価するか
- 問題をどれくらい良いものと評価するか
- 実験中でのシステムでの反応をどれくらい良いものと評価するか

これらを図1のようにして、19問答えてもらった。

##### 4.2 装置

実験装置には、タブレット PC を用いる。人間同士の教示を調べる実験では紙、ペンを被験者に渡したが人とシステムの教示を調べる実験では、渡さなかった。

##### 4.3 被験者

公立はこだて未来大学の学生を対象に、40人に協力してもらった。被験者に使用してもらったシステムの割り振りは以下の通りである。

##### 4.4 手続き

被験者にできるだけ実験者を意識させないために、実験者はできるだけ被験者の目に映らないところに移動した。実験の説明ではタブレット PC 上の問題を解いてほしいことと実験終了後にアンケート用紙への記入をしてほしいことを説明した。実験中は被験者の反応(独り言や特徴的な動き)の回数を数えメモをした。実験終了後にアンケート用紙から被験者の反応を分析した。

##### 4.5 実験結果

今回は有意差が確認されたアンケート項目のみを載せる。 $\mu_1$  をシステム1を使用した被験者、 $\mu_2$  をシステム2を使

用した被験者、 $\mu_3$  をシステム3を使用した被験者、 $\mu_4$  をシステム4を使用した被験者の母平均値とする。また、仮定、有意水準、決定のルールは表6の通りであり、人とシステムの教示を調べる実験の検定では共通して適用している。

表6 共通の仮定、有意水準、決定のルール

仮定	1. 両群は、独立であり、各群の被験者は、独立かつ無作為に抽出されたものである。 2. 母分散は等質であり、平均値の差の母集団の分布は、正規である。
有意水準	無方向性、両側5%。
決定のルール	$df=18$ の時、 $t$ は、 $\pm 2.101$ したがって、 $-2.101 < t_0 < 2.101$ ならば、 $H_0$ を棄却せず $t_0 \leq -2.101$ または $t_0 \geq 2.101$ ならば、 $H_0$ を棄却する。

表7 システムがつめたいか、あたたかいかを聞いたアンケートの検定結果

仮説	$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$	仮説	$H_0: \mu_1 = \mu_3$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_3$
計算結果	$t_0 = -2.45$ である。	計算結果	$t_0 = -4.79$ である。
決定	$H_0$ を棄却する。	決定	$H_0$ を棄却する。
システム1とシステム2		システム1とシステム3	
仮説	$H_0: \mu_1 = \mu_4$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_4$	仮説	$H_0: \mu_2 = \mu_3$ $H_1: \mu_2 \neq \mu_3$
計算結果	$t_0 = -3.02$ である。	計算結果	$t_0 = -2.89$ である。
決定	$H_0$ を棄却する。	決定	$H_0$ を棄却する。
システム1とシステム4		システム2とシステム3	

表7はシステムの反応がつめたいか、あたたかいかで聞いたアンケートの検定結果である。 $\mu_1=3.6$ 、 $\mu_2=4.9$ 、 $\mu_3=6.3$ 、 $\mu_4=5.3$ である。結果より、システム1とシステム2には差異が存在し、答えに直接関係の無いヒントであるコメント機能があるシステム1をつめたいと判断することがわかった。システム1とシステム3には差異が存在し、機能は同じであるが、その機能を提示するタイミングを変えることでシステムをつめたいと感じるかあたたかいと感じるかに影響があることがわかった。機能の有無よりも、提示のタイミングを変化させるほうが被験者のシステムの感じ方に影響を与えると考えられる。システム1とシステム4には差異が存在する。これより、機能と提示のタイミングを変更させることで被験者のシステムに対する反応に影響を与えていることがわかった。システム2とシステム3の間に差異が存在する。これより、答えに直接関係の無いヒントであるコメント機能を提示するタイミングを変更したシステム3のほうが、コメント機能を実装していないシステム2よりもあたたかいと評価されることがわかった。

表8はシステムの説明が論理的か、直感的かで聞いたアンケート結果である。 $\mu_1=3.1$ 、 $\mu_2=3.9$ 、 $\mu_3=4.2$ 、 $\mu_4=2.3$ である。結果より、システム2とシステム4には差異が存在し、答えに直接関係のあるヒントの提示タイミングを変更することで、システムの説明を論理的だと考えるか直感的だと考えるかに影響を与えることがわかった。このことか

表 8 システムの説明は論理的か直感的かを聞いたアンケートの検定結果

仮説	$H_0: \mu_2 = \mu_4$ $H_1: \mu_2 \neq \mu_4$	仮説	$H_0: \mu_3 = \mu_4$ $H_1: \mu_3 \neq \mu_4$
計算結果	$t_0=2.37$ である.	計算結果	$t_0=2.72$ である.
決定	$H_0$ を棄却する.	決定	$H_0$ を棄却する.

システム 2 とシステム 4                      システム 3 とシステム 4

ら、最初からヒントを提示するのではなく、ある程度行き詰る後半にヒントを提示したほうがシステムをより論理的であると考えることがわかる。システム 3 とシステム 4 には差異が存在し、直接答えには関係の無いヒントを提示する機能をつけないほうがより論理的だと判断されることがわかった。システム 3 がもっとも直感的だと評価されたことから、定期的にコメントを提示するよりも短い間隔で多くのコメントを提示するほうがより直感的だと判断されやすいと考えられる。

表 9 システムに対するきまづさ、親密さを聞いたアンケートの検定結果

仮説	$H_0: \mu_1 = \mu_3$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_3$	仮説	$H_0: \mu_2 = \mu_3$ $H_1: \mu_2 \neq \mu_3$
計算結果	$t_0=-3.08$ である.	計算結果	$t_0=-2.27$ である.
決定	$H_0$ を棄却する.	決定	$H_0$ を棄却する.

システム 1 とシステム 3                      システム 2 とシステム 3

仮説	$H_0: \mu_3 = \mu_4$ $H_1: \mu_3 \neq \mu_4$
計算結果	$t_0=2.76$ である.
決定	$H_0$ を棄却する.

システム 3 とシステム 4

表 9 はシステムに対してきまづさを感じたか、親密さを感じたかを聞いたアンケート結果である。 $\mu_1=4.4$ ,  $\mu_2=5.2$ ,  $\mu_3=5.9$ ,  $\mu_4=4.9$  である。結果より、システム 1 とシステム 3 には差異が存在し、同じ機能でヒントを提示するタイミングを変更することで、システムに対する感じ方も変わることがわかった。実験開始直後から定期的にコメントを提示するよりも、後半にコメントを多く提示するほうがより親密さを感じやすいことがわかった。システム 2 とシステム 3 には差異が存在し、直接答えとは関係の無いヒントを提示するコメント機能の有無とヒントを提示するタイミングを変更をすることで、システムに対する感じ方も変わることがわかった。実験開始直後から定期的にヒントのみを提示するよりも、後半にコメントとヒントを多く提示するほうがより親密さを感じやすいことがわかった。システム 3 とシステム 4 には差異が存在し、直接答えとは関係の無いヒントを提示するコメント機能の有無で、システムに対する感じ方も変わることがわかった。同じタイミングでヒントを提示する場合でも、より多くのヒントを提示したほうが親密に感じることをわかった。

#### 4.6 自由記述

ここでは、被験者に書いてもらった自由記述の一部を載せる。

- ヒントが論理的すぎて、性質のみが多くこの問題との関連があまり感じられなかった
- ヒントがなんだかんだで役にたった
- 違う視点から解答のヒントが出されて取り組みやすかった
- ヒントに気づけなかった
- 問題を解いている時に表示された文字が親切な感じがした
- ヒントがあまりヒントにならない
- 厳しい言葉がとんで来てこわかった
- 少しずつ深いヒントをくれるのがよかった

このように、ヒントを肯定的に受け止める被験者と否定的に受け止める被験者が同じぐらい存在した。万人がなっとくするようなヒントを提示することが今回の目的ではなかったため、あまり気を使わなかったが、様々な人の考え方を考慮して開発をしていけばシステムに対する評価が変わっていたと考えられる。

#### 5. 考察

今回の実験では、バイロン・リーブスとクリフォード・ナスの研究であるメディアの等式を利用して、人間同士の教示の評価と人間の教示に似せたシステムの評価では同じような似通った評価結果が確認されるはずであると仮定して実験を行った。結果として、説明の評価と感じた事の評価の 2 つは差異が確認されたが、被験者の問題に対する取り組み方の評価はシステムの反応の違いでは確認されず、逆に反応の評価に関しては人間同士の教示では差異が確認されなかった。図 7 に対応関係を載せる。

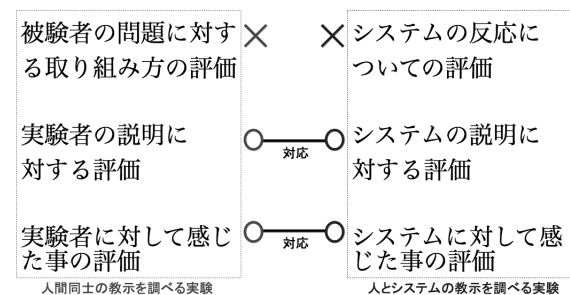


図 7 人同士の実験と人とシステムの実験の対応関係

対応が確認されなかった評価項目に関しては、今回注目した教えるタイミングと教える内容の変更以外に要因があったと考えている。例えば、被験者の問題に対する取り組み方の評価では、システムを用いた実験では、検定をかけるグループをシステムごとにするのではなく、問題が全問解けたかどうかのグループに変更することで、差異が確認

された。このグループでは、被験者の問題を解くスピードの評価や被験者の問題の理解度などの被験者自身の評価で差異が多くでた。このことから、自身の評価を高くつける要因の多くは、システムの反応の違いよりも、問題を全て解く事ができたという結果に依存しやすいことがわかった。表10に問題が全問解けたかどうかのグループで差異が確認された評価項目を載せる。

表10 問題を全問正解できたかどうかで差異が確認された評価項目

問題に対する被験者の解答方法の評価
被験者の問題の解き方の評価
被験者が問題をどう感じて解いたかの評価
被験者の問題を解くスピードの評価
問題の被験者の理解度の評価
問題をどう感じたかの評価
問題を解く時間は適切であったかの評価
システムの反応はどうだったかの評価

システムの評価は確かに正確な答えを提示するとしないうちでは評価に変化が生まれたが、それ以上に評価に大きく関わってきた要因は情報を提示するタイミングであった。システムの構成はまったく同じである2つのシステム、システム1とシステム3の違いはヒントを提示するタイミングを最初から提示するか7分後から提示するかのみにある。この提示のタイミングを変化させただけで、4つのシステムの中でシステム1が最もつめたく、きまづいと判断され、システム3が最もあたたかく、親密だと判断された。他の評価項目でも差異はでていないが、明らかにシステム3が最もポジティブな評価を受けていた。また、余計な情報を付加しても、その情報を付加するタイミングを変えるだけでポジティブな評価に変化することがわかった。

## 6. 結論と今後の展開

### 6.1 結論

今回の研究目的は、システムが人間に対して教示をする際には、どのような所に注目すべきなのかを探る事を目的としていた。そのためにまず、人間同士の教示をする際にどのような教え方を好み、評価がどう変わるのかを調べた。調べた結果から、人間に教示をする際に特に目立った特徴は、教えるタイミングと教える内容の変化であったことから、それらを基にしたシステムを4つ開発し、そのシステムの評価をしてもらった。この結果からシステムが人間に対して教示をする際には、伝えたい情報をどのタイミングで提示するか注目することが重要である事がわかった。適切なタイミングで情報を伝える事ができれば、不必要な情報でさえポジティブな評価を得られる。今回の研究を利用することで人間とシステムの関係性のよりよい構築が望める。

### 6.2 今後の展開

今回の研究では被験者がヒントを必要とするのは、後半になってからであると決めつけてシステムを開発した。しかしながら、現実問題では、必ずしも決まった時間に決まった情報が必要になるとは限らず、むしろ伝える時間や伝える情報は状況によって変化していくのが当たり前である。そのため情報を提示する適切なタイミングをコンピュータが判断するというシステムを作れなくては、今回の研究はまったく役に立たない。また、人とシステムの共通的なコミュニケーション手段を開発することでシステムが伝えるべき情報や伝えるタイミングを判断する材料を増やせると考え、研究をしていく方針である。

### 参考文献

- [1] ドナルド・A・ノーマン, 岡本明, 安村通晃, 伊賀聡一郎, 上野晶子訳, 未来のモノのデザイン. 株式会社 新曜社, 2008.
- [2] バイロン・リープス, クリフォード・ナス共著, 細馬宏通訳. 『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』. 株式会社 翔泳社, 2001.
- [3] 布留川栄一著, Android2.1 プログラミングバイブル. ソシム株式会社, 2010.
- [4] 柴田文彦著, Andoroid2 プログラミング. ソフトバンククリエティブ株式会社, 2011.
- [5] 山内光哉著, 心理・教育のための統計法 < 第2版 >. 株式会社 サイエンス社, 2006.