

教師役の身体化エージェントの外観と言葉遣いが ユーザの学習に及ぼす影響：役割語に着目して

鈴木 聡^{1,a)} 笹島 康明¹ 小方 博之¹ 槻館 尚武²

概要：コンピュータを利用した学習環境において、アニメーションを伴う CG キャラクタ（身体化エージェント）を教育エージェントとして導入する試みが数多く試みられており、教育エージェントの振る舞いによる学習者への影響も検討されている。一方、身体化エージェントの社会的役割がユーザに与える影響についても議論が進んでいる。本研究では、身体化エージェントの要素として外観と言葉遣いに着目し、教育エージェントについてそれらが誘発する社会的役割が学習者に与える影響について実験により検討した。特に、マンガなどでみられる、実際にそのような言葉遣いをする人間は稀であるにもかかわらず特定の社会的役割を誘発する言葉遣いである役割語に着目し、役割語と外観の対応が学習に与える影響に注目した。学習への影響は顕著にはみられなかったものの、教育エージェントに対する印象や学習内容の把握への影響が示唆された。この結果をもとに、教育場面における身体化エージェントの設計指針について論じる。

1. はじめに

コンピュータによる教育環境において、アニメーションを伴う CG キャラクタである身体化エージェント（以下エージェント）技術の応用が近年進んでいる。ユーザは無自覚のうちに、あたかもエージェントが人間であるかのように扱い、対人的な応答をすることがこれまで多くの研究で知られている [2], [16], [19]。また、ユーザはそのようなエージェントとの対人的インタラクションを通して、ユーザの態度・行動の変容が起こることもある [2]。このようなエージェントの特徴を応用すると、教育場面においてユーザの学習のモチベーションを上げたり、学習内容の中でユーザが注意すべき点に注意を強く促したりすることも可能となる [13], [17]。以上のように、教育環境において学習者の学習効果を上げるエージェントのあり方については、様々な観点から検討が進んでいる。

本研究では、エージェントの社会的役割に着目し、学習者の学習効果を上げる教育向けのエージェントの設計について検討を試みる。特に、ある特定のエージェントの社会的役割を誘発すると思われるエージェントの外観、および言葉遣いに着目し、外観と言葉遣いの変化による学習者の

学習効果や態度の変化について、実験により検討を試みた。

2. 関連研究

2.1 役割語としての博士語

たとえば「電車の乗り方なんて知りませんわ。私いつもお車で送り迎えがありますの。何か問題ありまして？」といった言葉遣いをする「お嬢様」は現実場面ではまず遭遇しないものの、マンガや小説、ドラマなどではよく登場する上に、この台詞だけ単独で示されてもどのような社会的属性を持つ人間の台詞なのかを想像することができる。このような、特定の社会的属性と結びついた言葉遣いは役割語と呼ばれている [7], [8]。前述の例で示した〈お嬢様ことば〉の場合、「～わ」「～の」「～て（よ）？」といった語尾の表現などが特徴的といえる [7]。

本研究でとりあげる役割語は、マンガなどで年老いた博士として登場する人物がよく用いる〈博士語〉 [7], [8] である。〈博士語〉の特徴としては、一人称の「わし」、断定としての「～じゃ」、打ち消しの「～ん」、進行、状態などの「～おる」といった、西日本方言と共通する特徴が多い点である。〈博士語〉は老年男性の言葉遣いである〈老人語〉とも共通項が多いが、ほかに進行、状態などの「～しちよる」や終助詞の「～わい」といった明治時代の書生の間で流行した言葉遣いである〈書生ことば〉の要素も含まれる [7]。

本研究では、以上の特徴に留意し、〈博士語〉によるエージェントの台詞を決定し、エージェントの発する〈博士

¹ 成蹊大学 理工学部 システムデザイン学科
Seikei University, 3-3-1 Kichijoji-kitamachi Musashino
Tokyo 180-8633 Japan

² 山梨英和大学 人間文化学部 人間文化学科
Yamanashi Eiuwa College, 888 Yokonemachi Kofu Yamanashi
400-8555 Japan

a) ssv@svslab.jp

語〉の学習者への影響を検討した。現実には、日常生活の中で〈博士語〉を発する人間はまず存在しえないが、幼少時代から〈博士語〉を用いる人物が広範かつ専門的な知識を活用して活躍するメディアに頻繁に触れることで、〈博士語〉と「博士」という社会的役割が結びついてゆくものと考えられる [7]。こうして強固な〈博士語〉と「博士」という社会的役割の結びつきが人々の間に生まれているという点を前提に、学習場面において〈博士語〉が学習者に与える影響を本研究では検討した。

2.2 文末表現やパラ言語情報がユーザに与える影響

日本語によるコミュニケーションにおいて、文末表現は送り手の微妙な態度に関する情報までも含む重要な役割を果たしている。会話における文末の「ね」「よ」「ぞ」「ぜ」といった表現は送り手の態度とともに、受け手に対して会話の場に誘い込もうとする意図も含んでいる [21]。また、終助詞「の」について、送り手が受け手の反応を待ち受けている印象を受け手が感知できる機能を含み [6]、また「の」が付与された内容について受け手に記憶を促している可能性もある [5]。2.1 節で説明した役割語の影響が及ぶのは文末表現に限らないが、このような文末表現の違いが記憶を含めた学習効果に影響を及ぼす可能性をこれらの知見は示唆しているといえる。

音声インタフェースの研究においては、ユーザとエージェントとの類似性に着目し、ユーザと類似性の高いパラ言語情報を含む音声を呈示することで、音声内容やエージェントに対するユーザの印象を高める事例は多数存在する。たとえばユーザと音声から知覚される情報におけるジェンダーの一致 [9]、性格特性の一致 [10]、第一言語から影響を受けた英語の発話のアクセントの一致 [1] といった事例が該当する。本研究ではエージェントの発話は音声ではなされず、ふきだしとテキストのみであり、またユーザとエージェントの類似性ではなく、むしろユーザとエージェントが異なる立場（学習者と知識の提供者）にある状況を扱う。しかし、音声のアクセントやジェンダー判断に関する情報といったパラ言語情報のような、情報の本体に付帯する情報によるユーザへの影響を扱っている点では本研究と共通している。

2.3 身体化エージェントと社会的役割

エージェントの社会的役割がユーザに及ぼす影響については、すでに多くの観点から検討が進んでいる。ユーザに影響を与えるエージェント（厳密に言えばソーシャルアクタ）の5つの社会的手がかりとして、Fogg [2] は物理的手がかり（外観、ジェスチャなど）、心理的手がかり（選好、性格特性、感情、共感など）、言語的手がかり、社会動力学的手がかり（話者交替、協働、称賛など）、そして社会的役

割を挙げている。社会的役割はそれ以外の社会的手がかりからユーザの中で印象形成されるものと考えられる。

社会的役割の中で、とりわけエージェントの専門性・権威についてはすでに検討を行っている研究がある。Nass, Reeves, and Leshner [14] は、1台のテレビに対してあらゆる番組を流す場合と、2台のテレビに対してそれぞれ「ニュース専門」「バラエティ専門」とラベル付けし、それぞれ関連する内容の番組を流す場合とで、ニュース番組やバラエティ番組の印象の差が異なるかどうかを実験により比較し、実験参加者は専門性のラベル付けのある方がニュースをニュースらしく、バラエティをバラエティらしく受容する傾向が示された。これはエージェントによる研究ではないものの、専門性のラベル付けが効果的であることを示唆した研究であるといえる。また、Takeuchi and Katagiri [18] は、複数体の専門家役エージェントに対して司会役のエージェントが話しかける際に、丁寧な言葉遣いをした場合とくだけた言葉遣いをした場合での専門家役エージェントの話す内容の理解の差について実験で検討し、丁寧な言葉遣いをしている場合の方が、実験参加者はより注意深くエージェントの発話内容を理解していたことが示唆された。これは丁寧な言葉遣いで他のエージェントから話しかけられることにより、専門家役エージェントに対して権威の存在がユーザに誘発されたためと推測される。さらに、山本・渡辺 [22] は、生徒と教師のアバタの双方になりきって学習が行える学習支援環境を開発し、評価実験において教師役になりきるのみの場合より、教師役・生徒役双方になりきる場合の方がシステムの印象が向上し、また生徒役が発話時間も長くなる傾向が示された。アバタ同士のインタラクションであるためエージェントの場合と勝手が異なる可能性はあるものの、教師役・生徒役というアバタの社会的役割がユーザに影響した結果と考えられる。以上の研究は、エージェントの社会的役割の中でエージェントの専門性・権威が大きな役割を果たしていることを示唆するものである。

本研究では、エージェントの専門性・権威を誘発する社会的手がかりとしてエージェントの外観、および言葉遣いに着目する。特に、言葉遣いとして役割語のひとつである博士語に着目し、エージェントの言葉遣いとしての博士語がユーザに与える影響を検討した。

2.4 教育エージェント

エージェントを教育場面に応用する事例も数多く存在する。このように学習場面に登場するエージェントは教育エージェント (Pedagogical Agent) と呼ばれ、教育場面において、エージェントの外観や発話に関する諸要因が学習の動機づけや学習効果に及ぼす影響について検討されている [3], [11]。Heidig and Clarebout [3] は特にエージェント

の外観の特徴を中心に定性的なレビューを行い、Mayer [11] は言葉遣い、音声、プレゼンスの観点から定量的にメタ分析を行い検討している。特に、言葉遣いに関しては学習者に対してくださった会話調にした場合の方が、丁寧な言葉遣いをした場合と比べ、複数の研究で一貫して深い学びを促している [11]。本研究ではくださった言葉遣いと丁寧な言葉遣いの差の検討という軸からは逸れるが、Mayer [11] の知見から、学習者に語りかける会話調の発話をベースにエージェントの発話を構成した。

なお、教育エージェントの評価においてはエージェントの呈示されない条件との比較を通してエージェントの機能を適切に把握すべきという意見もある [3]。しかし、エージェントの呈示の有無を比較に組み込んだ場合、どのような特徴を持ったエージェントが呈示された場合にユーザにとって有益なのか、という議論が抜け落ちがちになり、不毛な議論に陥りがちになることも指摘されている [16]。また、エージェントの呈示の有無を扱った諸研究の定量的なメタ分析について、教育場面に限定するとエージェントの呈示の影響は小さく [11]、場面を限定しない場合でもエージェントの呈示の有無が実験結果に寄与した割合が小さいことが指摘されている [23]。本研究では Reeves and Nass [16] の指摘を踏まえ、エージェントの呈示を前提とした上で、学習場面における教育エージェントが用いる言葉遣いに着目し、特に役割語の観点から学習に与える影響について検討する。

3. 実験方法

以上の議論を踏まえ、教育エージェントの外観と役割語が誘発する社会的役割が学習者に与える影響について、実験により検討した。

3.1 参加者

参加者は大学生 40 名である。ただし、実験手順の不備により 2 名を分析から除外し、38 名（女性 10 名、男性 28 名、平均年齢 21.05 [$SD = 1.41$] 歳) を分析対象とした。分析対象の参加者の所属学部の内訳は理工学部 21 名、文学部 10 名、法学部 7 名、出身地の内訳は東北地方 1 名、関東地方 31 名、中部地方 5 名、九州地方 1 名であった。参加者には 500 円分のクオカードを謝礼として渡した。

3.2 実験計画

外観（学生、博士）と発話（標準語、博士語）の 2×2 要因（いずれも参加者間要因）の実験計画とし、参加者をランダムに 4 条件に割り振った。その結果、外観博士・博士語群に 10 名、外観博士・標準語群に 9 名、外観学生・博士語群に 9 名、外観学生・標準語群に 10 名が割り当てられた。

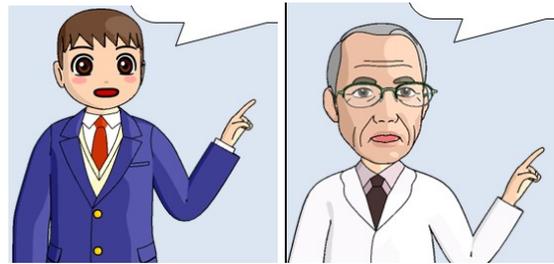


図 1 実験で呈示されたエージェントの外観（左が学生、右が博士）

3.3 実験環境

実験で呈示されたエージェント（図 1）はさし絵スタジオ 2（株式会社セルシス）を、実験に用いた学習教材のスライドは Microsoft PowerPoint 2013 をそれぞれ用いて作成された。スライドは JPEG 形式で各スライドを画像として書き出し、スライドの読解時間の測定のためノート PC（HP Pavilion dv4-3100, OS : Windows 7, 14.0 インチ液晶ディスプレイ）上で Python ベースの心理物理学実験環境構築用ソフトウェアである PsychoPy 1.81.0（スタンドアローン版）で読み込み呈示する形をとった。

3.4 学習教材の説明

学習教材は先行研究 [11], [12] に基づき、雷の生成過程に関する内容とした。雷の生成過程は大きく分けて 1. 急激な上昇気流による積乱雲と氷の粒の生成（7 枚）2. 氷の粒の衝突による蓄電（8 枚）3. 地上から上空への電流の発生（5 枚）の 3 つの局面に分けられる（括弧内は説明に要したスライドの枚数）。標準語条件ではエージェントによる説明は標準語で、博士語条件では先行研究で指摘されている博士語の特徴に基づき、標準語条件のエージェントの台詞に対して二人称を「お主」、平叙文の語尾を「～じゃ」「～のう」「～じゃよ」「～（じゃ）ぞ」、依頼文の語尾を「～してくれんかの」、「いる」を「おる」に置き換えたが、学習教材の内容が標準語条件・博士語条件で変化しないようそれ以外の語は両条件で揃えた。音声呈示にすると実験環境の統制が困難になるため、エージェントの説明はテキストとしてふきだしの中に示し、図解された雷の生成過程とふきだしの中のテキストの説明を参加者は見るようにした。

3.5 実験手順

参加者は本実験が『科学と生活』のデジタル教材に関する調査」と告げられ、実験に参加した。まず同意書に署名した後実験室に入室し、3.2 節にて説明した実験群の割り当てに応じて 3.4 節にて説明した学習教材のスライドを参加者の理解のペースに合わせて閲覧した。スライドは 3.3 節にて説明した通りノート PC のディスプレイに呈示され、参加者がスライドの内容を理解した後スペースキーを押すと次のスライドに移る形とし、一度次のスライドに移ると後戻りはできないようにした。参加者はスライド中のエー

ジェントの台詞を読みながらスライドの内容をメモをとり、理解するよう教示された。スライドをすべて見終わった後で、参加者は 3.6.2 節にて後述する保持課題・転移課題、およびエージェントの印象に関する質問について質問紙に記入する形で回答した。最後に参加者は自身の属性や実験の意図に関する質問や感想を質問紙に記入後、謝礼を受け取り実験室を退室した。実験に要した時間は 30 分程度であった。

3.6 測定指標

参加者の学習教材の理解度やエージェントに対する印象について、以下の指標で測定した。

3.6.1 スライドの読解時間

スライドの読解時間は 3.3 節にて説明したように PsychoPy により測定し、3.4 節にて説明した 3 つの局面ごとに時間を集計して指標として用いた。

3.6.2 保持課題・転移課題

先行研究 [12] に基づき、参加者は保持課題・転移課題に取り組んだ。保持課題はスライドの内容の記憶を問うものであり、転移課題はスライドの内容を踏まえた知識の活用を問うものである。保持課題において、参加者は「雷はどのように生じますか？ そのプロセスを説明して下さい。」と問われ、記憶を頼りに回答を質問紙に記述した。保持課題の回答の内容は先行研究に基づき以下の 16 個の過程に言及していたかどうかを著者のうち 2 名が独立に判定し、判定の一致しなかった点については合議の上判定を修正した (Cohen の $\kappa = .96$)。

- (1) 冷たい湿った空気が地表に動き、暖められる。
- (2) 暖められた湿った空気は急速に上昇する。
- (3) この上昇気流で、空気が冷たくなると、水蒸気が水滴に凝縮され、雲が形成される。
- (4) 雲の先端は、凍結高度を越えて、その結果、雲の上部は極小の氷の結晶から構成される。
- (5) 最終的に、雲の中の水滴と氷の結晶は、上昇気流に乗って浮遊するには大きくなりすぎる。
- (6) 雨滴と氷の結晶は、雲を通して落下する際、雨滴と氷の結晶は、下降気流を生み出しながら、いくらかの空気を下に向かって引き離す。
- (7) 地面に下降気流がぶつかる時、人が雨が降り始める直前に感じる冷たい突風を生み出しながら、下降気流は全方位に広がる。
- (8) 雲の内部で、上昇と下降を行う空気の流は蓄電を引き起こす。
- (9) 蓄電は、雲の中の上昇する水滴とより重い下降している氷の粒との衝突の結果である。
- (10) 負に帯電した粒子は雲の底部へ落ちていき、正に帯電した粒子は雲の上部に上がっていく。

- (11) 負の電荷をもったステップ・リーダ (先駆放電) は、一連のステップを下方向に向かって動き、それは地面に近づいていく。
- (12) 正の電荷をもったステップ・リーダは、樹木や建物のような物体から上昇する。
- (13) 2 つのステップ・リーダは、一般的に地上から約 50 m で出会う。
- (14) 負に帯電した粒子は、リーダによってつくられた道に沿って雲から地面に向かって急速に進む。それはほとんど明るくない。
- (15) リーダの動きが地面に近づくとつれて、それは反対の蓄電を導く。その結果、正に電荷を帯びた粒子は、同じ道に沿って上方に向かって急速に進む。
- (16) 電流の上方へのこの動きは、戻り行程 (帰還雷撃) である。それは、人が雷の閃光として気づく明るい光を生み出す。

転移課題では以下の 4 問が出題された (括弧内は後述の採点結果の一致に関する Cohen の κ 係数)。

- 雷の強度を弱めるために、どんな方法が考えられますか? ($\kappa = 1$)
- 雷が発生していない空の雲を想像して下さい。なぜ雷は発生していないのでしょうか? ($\kappa = .91$)
- 空気の温度は、どのように雷の発生と関係しますか? ($\kappa = .96$)
- 何が雷の閃光を引き起こしますか? ($\kappa = .96$)

転移課題の各問において、スライドの内容を踏まえた適切な回答には 2 点、スライドの内容に基づいていなかったり、スライドの内容を誤解していると判断されたりした回答には 1 点、無回答の場合は 0 点と採点された。採点は保持課題と同様に著者のうち 2 名により独立に採点され、採点結果の一致しなかった回答については合議の上判定を修正し、両者の採点結果の平均を 4 問で合計した値を転移課題の得点とした。

3.6.3 エージェントや課題の印象評価

エージェントや課題の印象は先行研究 [4] に基づき、以下の質問項目に対して 7 件法 (1: まったくそう思わない-7: 非常にそう思う) で参加者は回答し、以下の各カテゴリごとに平均をとった値を指標として用いた。

エージェントの有能さ (Cronbach の $\alpha = .83$)

- キャラクターが助けになる存在だとわかった
- キャラクターから多くのことを学べた
- キャラクターは説明内容の理解を助ける存在だった

内容の有用性 (Pearson の相関係数 $r = .55$)

- 説明内容は役に立ちそう
- 説明内容が助けになりそう

楽しさ (Cronbach の $\alpha = .81$)

- 説明内容は楽しかった

- 説明内容は知的欲求を満たした
- 説明内容はおもしろかった
- 説明内容にわくわくした

エージェントへの好意 (Pearson の相関係数 $r = .74$)

- このキャラクターが好みたい
- 他のデジタル教材でもこのキャラクターとともに学びたい

4. 実験結果

各測定指標の平均について表 1 に示す。以下、検定の結果も含め詳細を説明する。

4.1 スライドの読解時間

スライドの読解時間の全体的な傾向として、博士語条件の方が標準語条件よりも読解時間が長くなる傾向があることが表 1 から読み取れる。

学習教材の局面ごとに検討すると、雲・氷の粒の生成に関するスライドの読解時間の平均について、エージェントの外観・発話それぞれを独立変数とした二元配置分散分析を行った結果、外観の主効果 ($F(1, 34) = 0.07, p = .79, \eta_p^2 < 0.01$), 外観・発話の交互作用 ($F(1, 34) = 0.16, p = .68, \eta_p^2 < 0.01$) は有意ではなかったが、発話の主効果 ($F(1, 34) = 3.68, p = .06, \eta_p^2 = 0.10$) は 10% 水準で有意傾向であった。

雲内の蓄電においては外観の主効果 ($F(1, 34) = 0.01, p = .94, \eta_p^2 < 0.01$), 発話の主効果 ($F(1, 34) = 1.77, p = .19, \eta_p^2 = 0.05$), 外観・発話の交互作用 ($F(1, 34) = 1.38, p = .24, \eta_p^2 = 0.04$) いずれも有意ではなかった。

地上からの電流においては外観の主効果 ($F(1, 34) = 0.06, p = .80, \eta_p^2 < 0.01$), 外観・発話の交互作用 ($F(1, 34) = 0.02, p = .89, \eta_p^2 < 0.01$) は有意ではなかったが、発話の主効果 ($F(1, 34) = 8.91, p = .005, \eta_p^2 = 0.21$) は 1% 水準で有意であった。

以上の検定結果より、特にスライドの終盤の地上からの電流の説明において、博士語条件の方が標準語条件より読解時間が長くなる傾向が顕著であったといえる。

4.2 保持課題・転移課題

保持課題では条件間の目立った差がみられないものの、転移課題では外観学生・標準語条件の平均値がやや低い傾向がみられる。

スライドの読解時間と同様に二元配置分散分析を行った。保持課題については外観の主効果 ($F(1, 34) = 0.52, p = .47, \eta_p^2 = 0.02$), 発話の主効果 ($F(1, 34) = 1.05, p = .31, \eta_p^2 = 0.03$), 外観・発話の交互作用 ($F(1, 34) = 0.35, p = .56, \eta_p^2 = 0.01$) いずれも有意ではなかった。また、転移課題についても外観の主効果 ($F(1, 34) = 0.28, p = .60,$

$\eta_p^2 = 0.01$), 発話の主効果 ($F(1, 34) = 0.02, p = .89, \eta_p^2 < 0.01$), 外観・発話の交互作用 ($F(1, 34) = 0.82, p = .37, \eta_p^2 = 0.02$) いずれも有意ではなかった。以上の結果から、保持課題・転移課題についてはいずれも差がみられなかったといえる。

4.3 エージェント・課題に対する印象

エージェントの有能さは、外観博士・博士語群と外観学生・標準語群で高い値を示しているように表 1 より読み取れる。二元配置分散分析の結果、外観の主効果 ($F(1, 34) = 0.32, p = .57, \eta_p^2 = 0.01$), 発話の主効果 ($F(1, 34) = 0.18, p = .67, \eta_p^2 = 0.01$) は有意ではなかったが、外観・発話の交互作用 ($F(1, 34) = 4.28, p = .046, \eta_p^2 = 0.11$) は 5% 水準で有意であった。単純主効果の検定の結果、標準語条件における外観の単純主効果、および学生の外観における発話の単純主効果が 10% 水準で有意傾向であった。つまり、学生・博士語群において、他群と比べエージェントの有能さの評定値が低かったことが示唆される。

内容の有用性は、外観学生条件で若干評定値が高い傾向が読み取れる。しかし、二元配置分散分析において、外観の主効果 ($F(1, 34) = 1.70, p = .20, \eta_p^2 = 0.05$) は有意ではなかった。加えて、発話の主効果 ($F(1, 34) = 0.02, p = .88, \eta_p^2 < 0.01$), 外観・発話の交互作用 ($F(1, 34) = 0.68, p = .42, \eta_p^2 = 0.02$) 双方とも有意ではなかった。

楽しさは博士語条件において高く、外観博士・標準語条件では低い評定値であった。二元配置分散分析において、発話の主効果 ($F(1, 34) = 7.85, p = .008, \eta_p^2 = 0.19$) が 1% 水準で有意であった。なお、外観の主効果 ($F(1, 34) = 2.38, p = .13, \eta_p^2 = 0.07$), 外観・発話の交互作用 ($F(1, 34) = 0.94, p = .33, \eta_p^2 = 0.03$) 双方とも有意ではなかった。以上より、博士語条件において有意に楽しさの評定値が高いことが示された。

エージェントへの好意については全体的に平均値が 4 以下と低い評定値であるが、特に外観学生・博士語条件で低い値となっている。二元配置分散分析の結果、外観の主効果 ($F(1, 34) = 0.28, p = .60, \eta_p^2 = 0.01$), 発話の主効果 ($F(1, 34) = 0.45, p = .51, \eta_p^2 = 0.01$) は有意ではなかったが、外観・発話の交互作用 ($F(1, 34) = 3.42, p = .07, \eta_p^2 = 0.09$) は 10% 水準で有意傾向であった。単純主効果の検定の結果、博士語条件における外観の単純主効果、外観学生条件における発話の単純主効果が 10% 水準で有意傾向であった。有意な低さではなかったが、外観学生・博士語条件で低い値であった傾向は示された。

5. 考察

5.1 外観と役割語の影響

スライドの読解時間において、博士語条件の方が読解時

表 1 各測定指標の平均 (括弧内は標準偏差)

	外観博士		外観学生		分散分析 の結果
	博士語 (n = 10)	標準語 (n = 9)	博士語 (n = 10)	標準語 (n = 9)	
スライドの読解時間 (秒)					
雲・氷の粒の生成	69.47 (9.90)	54.54 (10.06)	68.57 (29.45)	58.91 (21.49)	U [†]
雲内の蓄電	80.54 (26.29)	60.76 (19.67)	71.84 (24.09)	70.62 (26.27)	
地上からの電流	51.55 (30.16)	31.44 (12.38)	54.32 (25.60)	32.18 (10.02)	U**
保持課題	2.18 (1.19)	2.00 (1.17)	2.70 (1.44)	2.06 (1.05)	
転移課題	4.20 (1.82)	4.61 (1.36)	4.40 (1.51)	3.83 (1.87)	
エージェントに対する印象					
エージェントの有能さ	4.40 (1.46)	3.67 (1.47)	3.73 (1.61)	4.78 (1.29)	I*
内容の有用性	5.25 (1.03)	4.94 (1.07)	5.40 (0.84)	5.61 (0.89)	
楽しさ	5.40 (0.94)	4.19 (0.78)	5.58 (0.94)	5.00 (1.22)	U**
エージェントへの好意	3.65 (1.58)	3.06 (1.33)	2.45 (1.69)	3.72 (1.56)	I [†]

U: 発話主効果 I: 交互作用 †: $p < .10$ *: $p < .05$ **: $p < .01$

間が長くなる傾向がみられた。博士語条件において、スライド中のエージェントの台詞の読みに影響を与えたといえる。博士語そのものに学習内容の理解に時間がかかる要因がある可能性もあるが、注意すべきは 2.1 節でも言及したように、博士語が西日本方言の要素を多く含んでいる点である。3.1 節で示したように本実験の参加者のほとんどが東日本出身者であり、西日本方言の言い回しに馴染みが薄く、その分台詞の理解に時間を要した可能性も考えられる。言い換えれば、西日本方言に馴染みのある参加者に関しては、理解に要する時間が短縮される可能性も捨て切れない。今後、西日本方言に馴染みが深いと思われる参加者を対象とした実験で検討が必要といえる。

エージェントに対する印象については、楽しさにおいて博士語条件で高い評価値が得られた。博士語は前述のように台詞の理解に負荷がかかる可能性がある一方、印象としてはポジティブに受け止められているといえる。2.4 節でも説明したように、学習の動機づけの要因としての教育エージェントの役割を考慮すれば、エージェントに対して学習者がポジティブな印象を抱くことは重要といえる。ただし、場合によっては学習の動機づけにつながるこうした要因と学習効果がトレードオフの関係にもなりうる点に注意すべきであるが、博士語のエージェントの社会的役割や学習教材における機能については今後も検討に値する。

また、エージェントの有能さ、エージェントへの好意において外観学生・博士語条件で低い評価値が示されたといえる。つまり、外観に見合った役割語を用いていないエージェントは能力の面でも親和性の面でもユーザに低く評価されることが示唆される。しかし、その一方で学習の場面で学習者が教師の立場に立って話す活動の重要性が指摘されている [15] 上に、その考えをアバタとの相互作用に生かした山本・渡辺の研究もある [22]。また、男性の音声のピッチを若干上げたり、逆に女性の音声のピッチを若干下

げたりして男性の音声に女性らしさ、女性の音声に男性らしさの印象が加わることが示唆された実験もすでに存在する [16]。たとえば役割語以外の「博士らしさ」の特徴を学生役のエージェントに付与する、教師役のエージェントと学習者役のエージェントの間の相互作用の後、学習者役のエージェントが教師になりきって学習内容を説明するなどのカバーストーリーをあらかじめ加えるなどすることで、博士らしさを備える学習者エージェントを違和感なくユーザに呈示できる可能性がある。実際の人間の会話場面でも、普段話さない方言を会話に採り入れることで方言が誘発する社会的役割を誘発し、会話を盛り上げる試みがなされることがある [20]。このような外観と役割語のギャップのあるエージェントが学習に与える影響を検討することも、今後の課題として検討する価値があると考えられる。

5.2 学習への影響

保持課題・転移課題ともに各群間で有意な差はみられず、また η_p^2 の値も高々 0.03 と小さいことから、少なくとも課題の深い理解に対する影響は少ないといえる。ただし、今回はスライドを数分で閲覧した上で、すべて記憶を頼りに課題に回答するという形式をとっており、ユーザとエージェントの相互作用を組み込んだり、学習内容や学習方略 (ノートをとれるようにする、エージェントを介して他の学習者と議論する、など) を変えたりすることで、学習への影響も現れうる。学習への影響については、学習環境に踏み込んだ視点から再検討が必要といえる。

本研究では、教育エージェントの社会的役割に関する印象を学習者側に形成させる外観と言葉遣いに着目し、特に広範かつ高度な知識をもつという印象を持たれうる「博士」という社会的役割の印象形成につながる外観、ならびに博士語という役割語が学習者の学習効果やエージェントに対する印象に与える影響について実験により検討した。学習

効果については大きな影響がみられなかったものの、学習内容の読み取りについては博士語の方が長く時間がかかったことが示された。また、エージェントの有能さについては、外観と言葉遣いの印象が一致した場合は高く評価されたものの、楽しさについては博士語の方が高く評価された。以上より、学習効果については大きな影響がみられないが、学習の動機づけにつながるエージェントの印象形成においてエージェントの外観・言葉遣いから誘発される社会的役割が大きな影響を及ぼすことが示唆された。今後、多様な学習環境やエージェントが登場する文脈の設定といった観点から、エージェントの外観・言葉遣いが学習者に与える影響について検討を進めることが重要といえる。

参考文献

- [1] Dahlbäck, N., Wang, Q., Nass, C. and Alwin, J.: Similarity is More Important Than Expertise: Accent Effects in Speech Interfaces, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '07)*, San Jose, California, USA, pp. 1553–1556 (2007).
- [2] Fogg, B. J.: *Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do*, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, CA, USA (2003).
- [3] Heidig, S. and Clarebout, G.: Do pedagogical agents make a difference to student motivation and learning?, *Educational Research Review*, Vol. 6, pp. 27–54 (2011).
- [4] Isbister, K. and Nass, C.: Consistency of personality in interactive characters: Verbal cues, non-verbal cues, and user characteristics, *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 53, No. 2, pp. 251–267 (2008).
- [5] 伊東昌子：文末詞「の」が記憶に与える影響：相互行為の観点から，*認知科学*，Vol. 17, No. 2, pp. 287–296 (2010).
- [6] 伊東昌子，永田良太：談話場における相互行為の構築に関わる文末詞の修辭機能，*認知科学*，Vol. 14, No. 3, pp. 282–291 (2007).
- [7] 金水 敏：ヴァーチャル日本語 役割語の謎，岩波書店，東京 (2003).
- [8] 金水 敏 (編)：〈役割語〉小辞典，研究社，東京 (2014).
- [9] Lee, E. J., Nass, C. and Brave, S.: Can Computer-generated Speech Have Gender?: An Experimental Test of Gender Stereotype, *CHI '00 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, The Hague, The Netherlands, pp. 289–290 (2000).
- [10] Lee, K.-M. and Nass, C.: Social-Psychological Origins of Feelings of Presence: Creating Social Presence With Machine-Generated Voices, *Media Psychology*, Vol. 7, pp. 31–45 (2005).
- [11] Mayer, R. E.: Principles of Multimedia Learning Based on Social Cues: Personalization, Voice, and Image Principles, *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (Mayer, R. E., ed.), Cambridge University Press, New York, NY, USA, chapter 13, pp. 201–212 (2005).
- [12] Mayer, R. E. and Johnson, C. I.: Revising the Redundancy Principle in Multimedia Learning, *Journal of Educational Psychology*, Vol. 100, No. 2, pp. 380–386 (2008).
- [13] 中嶋 宏，森島泰則，山田亮太，Brave, S., Maldonado, H., Nass, C., 川路茂保：人間-機械協調システムにおける社会的知性：心のモデルとパーソナリティによるエージェントの社会的応答について，*人工知能学会論文誌*，Vol. 19, No. 3, pp. 184–196 (2004).
- [14] Nass, C., Reeves, B. and Leshner, G.: Technology and Roles: A Tale of Two TVs, *Journal of Communication*, Vol. 46, No. 2, pp. 121–128 (1996).
- [15] Palincsar, A. S. and Brown, A. L.: Reciprocal Teaching in Comprehension-fostering and Comprehension-monitoring Activities, *Cognition and Instruction*, Vol. 1, No. 2, pp. 117–175 (1984).
- [16] Reeves, B. and Nass, C.: *The Media Equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places*, Cambridge University Press, New York, NY, USA (1996).
- [17] 鈴木 聡，森島泰則，中村美代子，槻館尚武，武田英明：身体化エージェントの身体方向・登場位置がユーザに与える影響，*知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌)*，Vol. 20, No. 4, pp. 513–525 (2008).
- [18] Takeuchi, Y. and Katagiri, Y.: Social Dynamics in Web Page through Inter-Agent Interaction, *Transactions of the Japanese Society for Artificial Intelligence*, Vol. 17, No. 4, pp. 439–448 (2002).
- [19] Takeuchi, Y. and Watanabe, K.: Social Identification of Embodied Interactive Agent, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E88-D, No. 11, pp. 2517–2522 (2005).
- [20] 田中ゆかり：「方言コスプレ」の時代：ニセ関西弁から龍馬語まで，岩波書店，東京 (2011).
- [21] 山森良枝：終助詞の局所的情報処理機能，*コミュニケーションの自然誌 (谷 泰，編)*，新曜社，東京，pp. 130–172 (1997).
- [22] 山本倫也，渡辺富夫：教師と生徒の InterActor を一人二役で演じるエデュテインメントシステムの開発，*情報処理学会論文誌*，Vol. 54, No. 4, pp. 1677–1685 (2013).
- [23] Yee, N., Bailenson, J. N. and Rickertsen, K.: A Meta-Analysis of the Impact of the Inclusion and Realism of Human-Like Faces on User Experiences in Interfaces, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '07)*, San Jose, CA, USA, pp. 1–10 (2007).

付 録

A.1 身体化エージェントの発話

以下に標準語条件，博士語条件それぞれの発話内容を示す。

A.1.1 標準語条件における発話

これから，雷の発生する仕組みを説明します。あなたの想像力を働かせて，聞いてください。

(以下，「雲・氷の粒の生成」の説明)

あなたが屋外に出ている様子を想像してください。周りの地面は太陽の日射によって暖められています。

地表面の近くの暖まった空気は，上空に向かいます。

上空に昇った空気に含まれる水蒸気が冷えて，水滴が集まってあなたの頭上に雲ができます。

空を見上げてみましょう。あなたの頭上にできた雲の上のほうが凍結高度に達して，氷の粒ができます。

雲が凍る温度を想像するだけで，寒く感じますね！

大きくなった氷の粒は上昇気流では高さが保てず，落下

してくることで下降気流が生まれます。

この時の下降気流で、地上のあなたは冷たい風を感じます。雨の降る直前のような風です。

(以下、「雲内の蓄電」の説明)

大きい氷の粒と小さい氷の粒はぶつかりあって、小さい粒には正の電荷、大きい粒には負の電荷が発生します。

そうして雲の上は正に、雲の下は負に帯電します。

あなたがもし雲の中を覗くことができれば、こうして電荷がきれいに揃っている様子が見られます。

雲の下のほうに帯電した負の電荷によって、静電誘導が発生し地表には正の電荷が発生します。

電荷がたまり、雲の中で蓄えきれなくなると放電が始まります。

負の電荷は雲の上に向かって移動します。これを雲内放電といいます。

おお、雲が大きく成長してきましたね。これで続きの話ができます。

雲が成長すると、雲底が地面に近づいていきます。

(以下、「地上からの電流」の説明)

雲底の負の電荷は地面に向かって進みます。これを先駆放電といいます。

樹木や建物に帯電している正の電荷を、負の先駆放電が引き寄せます。

正の先駆放電と負の先駆放電は、地上から 50m で出会います。

出会った正の電荷は、負の先駆放電の道筋に沿って上空の雲へ向かいます。

そしてこの現象で明るい光が生まれます。これを帰還雷撃(落雷)といいます。

(説明終了)

これで、雷の発生する仕組みの説明は終わりです。

A.1.2 博士語条件における発話

これから、雷の発生する仕組みを説明するぞ。お主の想像力を働かせて、聞いてくれんかの。

(以下、「雲・氷の粒の生成」の説明)

お主が屋外に出ておる様子を想像するのじゃ。周りの地面は太陽の日射で暖められておる。

地表面の近くの暖まった空気は、上空に向かうのじゃ。

上空に昇った空気に含まれる水蒸気が冷えて、水滴が集まってお主の頭上に雲ができるのじゃ。

空を見上げてみなされ。お主の頭上にできた雲の上のほうで凍結高度に達して、そこに氷の粒ができるのじゃ。

雲が凍る温度を想像するだけで、寒く感じるのう!

大きくなった氷の粒は上昇気流では高さが保てず、落下してくることで下降気流が生まれるのじゃ。

この時の下降気流で、地上のお主は冷たい風を感じるの

じゃぞ。雨の降る直前のような風じゃ。

(以下、「雲内の蓄電」の説明)

大きい氷の粒と小さい氷の粒はぶつかりあって、小さい粒には正の電荷、大きい粒には負の電荷が発生するのじゃ。

そうして雲の上は正に、雲の下は負に帯電するのじゃ。

お主がもし雲の中を覗くことができれば、こうして電荷がきれいに揃っておる様子が見られるぞ。

雲の下のほうに帯電した負の電荷によって、静電誘導が発生して地表には正の電荷が発生するのじゃ。

電荷がたまり、雲の中で蓄えきれなくなると放電が始まるぞ。

負の電荷は雲の上に向かって移動する。これを雲内放電というのじゃ。

おお、雲が大きく成長してきたのう。これで続きの話ができるぞ。

雲が成長すると、雲底が地面に近づいていくのじゃ。

(以下、「地上からの電流」の説明)

雲底の負の電荷は地面に向かって進む。これを先駆放電というのじゃよ。

樹木や建物に帯電しておる正の電荷を、負の先駆放電が引き寄せるとのじゃ。

正の先駆放電と負の先駆放電は、地上から 50m で出会うのじゃよ。

出会った正の電荷は、負の先駆放電の道筋に沿って上空の雲へ向かうのじゃ。

そしてこの現象で明るい光が生まれる。これを帰還雷撃(落雷)というのじゃぞ。

(説明終了)

これで、雷が発生する仕組みの説明は終わりじゃ。