

周辺視野に呈示されたヒト型シルエットと 身体パーツで表現された身体化エージェントが ユーザの作業遂行に与える影響

鈴木 聡^{1,a)} 齋藤 涼¹ 岡部 哲也¹ 小方 博之¹

受付日 2015年6月30日, 採録日 2016年1月12日

概要: 学習・労働などの現場における作業意欲の維持・向上は今日重要な課題となっている。本研究では、計算機環境において、ユーザの無意識下に働きかける形でユーザの作業意欲の維持・向上を図るため、ユーザの周辺視野に身体化エージェント（以下エージェントと略）を呈示し、エージェントからの被視感による作業遂行への影響を検討した。ただし、作業遂行への影響は作業の難易度に依存する点や、呈示されるエージェントの外観の違いは作業遂行へ影響する可能性を考慮する必要がある。そこで、ヒト型のシルエットと身体パーツで表現されたエージェントが、難易度の異なる課題に取り組む際のユーザの作業遂行に与える影響を、外観の異なるエージェントの比較も加えて実験により検討した。その結果、ユーザがエージェントの呈示への気づきの有無の影響もあったが、ヒト型シルエットと身体パーツのエージェントを呈示する条件で作業遂行は悪化した。さらに、その条件の中でも呈示時と非呈示時を比較すると呈示時の方が作業遂行が改善した。加えて、比較対象とした他の外観のエージェントと同様に、エージェントの呈示に気づいたユーザは、呈示中困難な課題に取り組む際に作業遂行が悪化した。以上の結果、特にエージェントの身体パーツの影響の大きさを考慮し、エージェントの周辺視野への呈示を通じたユーザの無意識下の認知過程への介入による作業意欲の制御の可能性について議論する。

キーワード: 身体化エージェント, ヒト型シルエット, 潜在認知, 作業意欲, 社会的促進, 社会的抑制

Influence of an Embodied Agent with Human Silhouette and Body Parts on a User's Task Performance Displayed in a Peripheral Visual Field

SATOSHI V. SUZUKI^{1,a)} RYO SAITO¹ TETSUYA OKABE¹ HIROYUKI OGATA¹

Received: June 30, 2015, Accepted: January 12, 2016

Abstract: Inspiring and maintaining the motivation to work and study are significant problems in modern society. In this study, we examine the influence of an embodied agent characterized as a human silhouette with body parts, displayed in a peripheral visual field of a user, on his/her work performance; this analyses can be used to inspire and maintain user motivation by stimulating her/his unconscious cognitive process. It is known that the work performance also depends on the difficulty of the task and the appearance of the agent. Therefore, we conduct an experiment, where the tasks being worked on have varying difficulty levels while simultaneously the appearance of the displayed embodied agent is varied; this experiment helps examine the overall influence on the work performance. The results indicate that regardless of the participants' awareness of the presence of the embodied agent, the task performance of the participants for which an agent with body parts was displayed reduced. We discuss the possibility of controlling a user's work motivation by stimulating her/his unconscious cognitive process through the display of an embodied agent in her/his peripheral visual field.

Keywords: Embodied agent, Human silhouette, Implicit cognition, Work motivation, Social facilitation, Social inhibition

¹ 成蹊大学理工学部システムデザイン学科
Faculty of Science and Technology, Seikei University,
Musashino, Tokyo 180-8633, Japan

a) ssv@svslab.jp

1. はじめに

現代の学習・労働などの現場における作業の質の維持・向上は大きな問題である。この問題の解決には学習・労働

などに対する意欲が密接に関わると考えられるが、作業環境を整備する、適切な報酬を与えるなどの外的な要因のみでなく、作業者が作業内容に価値を見いだすなどの内的な要因も重要である [19], [31]。また、作業者の内的要因の中で、作業者の無意識下の認知過程（潜在認知）[41]への介入が労働意欲を高める可能性も近年実験心理学の知見から指摘されており [19], [37]、その知見を応用すると作業意欲の向上につながる可能性もある [42]。これらをふまえ、本研究では計算機環境におけるユーザの潜在認知への介入によるユーザの作業の質の維持・向上を目指す。

本研究でそのようなユーザの潜在認知に介入するテクノロジーとして、アニメーションをとまなう CG キャラクタである身体化エージェント（以下エージェントと略）に着目した。一般に人間の他者からの存在感・被視感が人間の行動に大きな影響を与える傾向は、社会心理学の諸研究を中心に示されている。そして情報機器利用時においても、エージェントやヒューマノイドロボットといった人工物でさえ人間による存在感・被視感と同様の影響を与えることも示唆されている。ユーザは身体化されたエージェントをあたかも人間と見なし、無自覚に対人的・身体的な応答をする傾向がある [9], [33], [47]。ここでエージェントの身体のパーツに着目すると、パーツとしての「目」の影響は強いと考えられる。ヒトの目はあくまで光を受容するのみで物理的に光などを発していないにもかかわらず、ヒトは他者の視線にきわめて敏感である [15]。また、人工物のパーツの視覚的なレイアウトがヒトの顔に見える現象（パレイドリア）においても、「目」に相当するパーツの「動き」に対して人間は敏感に反応する [46]。さらに、Takeuchiら [47]の実験で、Webカメラを備えたPCのディスプレイにエージェントが呈示され、実験参加者がエージェントに手のひらを見せるよう指示されると、Webカメラでなくディスプレイ上のエージェントに向けて手のひらを見せる傾向が示され、エージェントの「目」に対して身体的に反応する可能性を示唆している。加えて、「目」はそれ単体であっても、他者の存在を意識させるものであり、人間の行動に影響を与える [26]。実際、絵画で表現したヒトの目や機械的な外観のヒューマノイドロボットの「目」のパーツのみの写真の呈示が利他的・向社会的行動を誘発することが、協力行動を測定する実験室実験だけでなく実験室外のフィールド実験でも示されている [2], [4], [8], [11]。これらの研究は、実験室という限定的な環境・実験室外のフィールド双方において、「目」という身体パーツの視覚表現のみであっても強力に人間の行動に影響を与えることを示唆する。

一方、情報機器利用時の他者からの被視感が負の影響をもたらす例もある。たとえば離れた場所で暮らす相手とのコミュニケーションのメディアとして、緊急通報システム [27] やテレビ電話などのように明示的にユーザの行動が他者に見られていることを示すことが、プライバシーを侵害

され、終始監視されているような不快感を生むことが指摘されている。これを避ける試みとして、遠隔地どうして単純な図形の動きなどで抽象的に表現された他者の行動を視覚化して共有する試み [7], [21] や、遠隔地どうして動きなどを同期させた日用品（鉢植えやごみ箱など）を設置するなど、極力互いのプライバシーを侵害しないように遠隔地の他者の存在をさりげなく示そうとする研究はアウェアネス支援の研究などで多数みられる [16], [23], [49]。

本研究は作業の質の維持・向上という観点でとらえるため、前述の遠隔地の他者の存在感の誘発を試みた一連の研究のように、他者の行動を監視する側の視点は考慮されておらず論点がやや異なる。しかし、他者の存在をさりげなく、かつ本研究のねらいとして潜在認知に介入できるように表現し、作業の質の維持・向上への貢献を目指す点は共通しており、他者の存在感・被視感の長所を念頭に入れた議論は有意義といえる。一方で、「目」という身体パーツについて考えた場合、その影響の強さゆえにこれらの研究で指摘されていたプライバシーを侵害された感覚を誘発しかねないという問題をかかえている。そこで、本研究では「目」以外の身体表現に着目しながら外観を設計したエージェントのユーザへの影響を、後述する社会的促進・社会的抑制の枠組みで検討し、作業の質の維持・向上へ貢献するエージェントの設計に向けた知見を示すことを試みた。

2. 関連研究

2.1 社会的促進・社会的抑制

同じ作業に他者とともに取り組む場面や、作業中に他者に見られている場面で他者が作業遂行に与える影響に関する様々な議論が古くから存在する。Allport [1] は、他者とともに単純な作業に取り組むと遂行が改善される（社会的促進）が、逆に複雑な作業の場合に悪化する（社会的抑制）ことを見いだした。Zajonc [53] は他者と同じ作業に取り組まなくても他者の存在自体が社会的促進・社会的抑制を誘発する傾向が、ヒトだけでなくゴキブリやニワトリといった生物にもみられることを示した。こうした作業の遂行に他の個体の存在が影響を及ぼす現象はヒト以外の生物にもみられ [32]、ヒトにとっても原初的な反応といえる。このように、他者の存在の影響を社会的促進・社会的抑制の視点でとらえることは重要である。

他者の存在感を情報通信機器を介して誘発した場合の社会的促進に関する研究も存在する。Sproullら [40] は、実験において教示をテキストで与えるインタフェースと音声を通じてヒトの顔のエージェントが与えるインタフェースを比較し、後者の方が前者よりユーザの覚醒度を高め、注意を惹くことを示し、エージェントの存在による社会的促進が起こったことが原因であるとした。しかし Sproullら [40] の実験では、社会的促進・社会的抑制に関する前述の先行研究に示したような、課題の難易度の影響について

検討していない。また Jettmar ら [17] は、コンピュータによる適応型テストにおけるネットワーク越しに他者に監視されていると教示した場合・しない場合の比較を通して、テストの遂行に対し主観評価が高い参加者に社会的促進が、低い参加者に社会的抑制の傾向がみられた。これらの基礎研究をふまえ、Fogg [9] の主張にあるように、実用場面を見据えてユーザへの他者の身体や行動の仮想的呈示により、ユーザのモチベーション向上や態度・行動の変容を誘発する試みは今後重要視されるとみられる。

さらに、ユーザの作業を見る他者がどのような存在かによって課題遂行は変わりうる。Blascovich ら [3] は、顔にあざのある人間や人種・社会的地位の異なる人間との協同作業において、心拍において恐怖感の反応がみられたり、課題遂行が悪化したりする傾向がみられた。これは協同作業における協同の相手に着目した研究である点に留意する必要はあるが、社会的促進・社会的抑制においても課題遂行の結果はユーザの作業を見る他者がどのような存在かに依存すると考えられる。

本研究は以上をふまえ、社会的促進・社会的抑制に着目し、周辺視野に呈示されたエージェントの影響はエージェントの外観、ならびにユーザが取り組む作業の複雑さに依存し変化するという仮説のもと実験を行った。この知見を受けて、社会的促進を最大限に引き出すエージェントの設計を目指すのが本研究の方針である。

2.2 情報機器の存在感・被視感の影響

エージェントも含め、情報機器が誘発する被視感の影響を検討した研究も多数存在する。1章で指摘したように、ユーザに被視感を誘発する存在を教示により示す例もあるが、教示以外でそのような存在を参加者に示唆し、その影響を議論した研究も存在する。実験者の教示に加え電源ランプや顔写真の呈示 [24]、ビデオカメラや他者のリアルタイム動画映像の呈示 [20] によるユーザの感じる被視感（「見られている感」）を検討した研究はすでに存在する。ただし、これらの研究では主観的な被視感の影響を質問紙で測定するのみで、作業の遂行への直接の影響を検討していない。しかしながら、前出の Blascovich ら [3] の研究も考慮すると、他者の外観や社会的役割以外にも、情報機器が絡む状況下ではメディアの表現の違いによる被視感の影響が現れうることを指摘した研究といえる。

エージェントの存在感・被視感の影響に着目した知見や研究も多数存在する。Yee ら [52] は、エージェントの身体化の影響の大きさをメタ分析により検討しており、複数の先行研究のデータから効果量を算出し、エージェントの身体の有無の影響は大きかった一方、エージェントのアニメーションの有無の影響は小さかったことを示した。ただし、エージェントの存在の有無の影響からエージェントの影響を論じると議論の妥当性の保証が難しい面もあり [33]、

身体化されたエージェントを前提に議論し、エージェントの設計指針を洗練させることが重要と考える。Rickenberg ら [34] の実験では、画面上にエージェントが呈示されるがユーザに関心を示さない条件と、エージェントがタスクを遂行する様子を注視した条件の下で参加者には Web 上での情報探索課題が課された。結果的に後者で課題遂行の結果が悪化した。Web サイトに対する信頼度は向上したことが示された。鈴木ら [44] はエージェントの呈示した情報の再認課題で、エージェントの身体方向がユーザ側を向いている場合と身体方向を画面奥行き方向にしユーザと同じ方向に揃えた場合を比較し、前者の方の課題の成績が高まる可能性が示唆された。しかし、これらの研究も Sproull ら [40] と同様、参加者に課された課題の難易度が操作されておらず、社会的促進・社会的抑制の枠組みでの議論は困難である。そこで、ユーザが直面する課題の難易度の影響を考慮のうえ、本研究の実験課題を選定した。

2.3 情報呈示による潜在認知への介入

作業意欲の維持・向上につながる潜在認知への介入の試みも、実験室実験としては数多く行われている。1つの例は単語のプライミングによるもので、あらかじめその情報に関連する単語（プライム語）を呈示されると、その後の単語の情報処理がプライム語の内容に依存して影響を受けるという現象である [39]。これを職場における目標達成に応用し、ある目標と目標達成の手段との関連づけや目標と職場において重要ととらえている人物との関連づけを、目標達成の手段や人物の名前をプライム語として呈示する形で行うことで目標達成への意欲を強められる可能性を示した研究がある [35]、[36]。また、周辺視野の中で徐々に変化する視覚情報に人間は気づきにくい傾向（変化盲：change blindness）を応用し、PC のディスプレイ上の様々な通知を、エージェントを介してユーザの周辺視野の中で徐々に表示させる形にすることで、ユーザの作業の集中を邪魔しない形で通知を受け入れる仕組みが提案されている [51]。しかし、そのエージェントが誘発する被視感が与える影響について検討するという本研究の方針とは異なる。加えて、潜在認知への介入手法として、実験参加者の周辺視野に入る場所にサブディスプレイを置き、その情報を刺激に用いる事例もある。単純作業中の参加者の周辺視野にマラソンの優勝者の画像を呈示すると、作業の達成意欲や作業遂行を向上させたこと [37] や、呈示しなかった場合と比べ作業の達成度の減衰がなくなったこと [50] を示した研究がすでに存在する。また、Fukuda ら [10] は、単純な幾何学図形により「助ける」ないし「邪魔する」が表現されるように見えるアニメーションをサブディスプレイに呈示し、囚人のジレンマゲームを行うと、「助ける」のアニメーションでは協力行動を、「邪魔する」のアニメーションでは非協力行動を選択する割合が多いことを示した。しかも、

これらのアニメーションの意味について、この実験の参加者はいずれも正確に回答できなかつたことから、無意識下にアニメーションが「助ける」ないし「邪魔する」ことを意味すると推論され、その後の行動に影響したと考えられる。また、サブディスプレイ上に呈示された情報について、ユーザの情報の知覚・認知の有無に関係なく潜在認知への介入が起ころうることを示唆している。本研究では、ユーザの周辺視野に入るサブディスプレイにエージェントを呈示することでユーザの潜在認知に介入し、ユーザの作業遂行に与える影響を検討する。

2.4 エージェントの身体表現とユーザとエージェントの関係

前節においてサブディスプレイにおけるエージェントの呈示に関する議論を行ったが、ユーザが取り組む作業画面とエージェントが呈示されるディスプレイが異なる場合、エージェントはその作業と異なる文脈の中で役割を位置づけられる可能性がある。Takeuchiら[48]は、1つのディスプレイを左右に分ける視覚的な境界を導入した画面において2体のエージェントが呈示された際のユーザが各エージェントに対する認識について検討したが、境界の右側に2体とも呈示された場合、2体のエージェントが相互作用する存在と見なされ、同様の考えを持つ存在とユーザにとらえられる可能性を示した。対照的に2体のエージェントが境界をはさんで呈示された場合はエージェントは互いに関係のない存在と見なされる可能性が高いことが示唆される。1つのディスプレイの中の視覚的な境界であってもそのように認識される以上、本研究においてサブディスプレイに呈示されるエージェントは、ユーザが取り組む作業とは無関係の存在と見なされる可能性が高いと考えられる。

本研究ではヒト型シルエットに身体パーツを重畳して顔方向・身体方向を示したエージェントについて検討する。ここで、ヒト型シルエットというシンプルな外観のエージェントに着目したうえで、身体パーツの有無の差というわずかな外観の違いについて検討する点に注意が必要である。ユーザインタフェースにおける人間らしさの表現がユーザフレンドリーさを誘発するうえで長らく重視されてきた(Sproullら[40]など)。しかしその表現の中で、人間同士の相互作用において機微の表現(subtle expression)が重要な役割を果たすと同様に、人工物の機微の表現が人間との円滑な相互作用を促す可能性が近年指摘されている[18], [33], [43]。これをふまえると、抽象度が高くかろうじてヒトに近い存在として認識される視覚の手がかりとしてヒト型シルエットに着目した身体パーツの有無という機微の表現による差の検討は有意義と考えられる。

また、ヒト型のシルエットや身体パーツの付与に着目した研究は、ヒューマンエージェントインタラクションやエージェントを介したコミュニケーション支援の研究でみ

られる。影システム[22]はヒト型シルエット表現に着目した研究といえる。影システムでは等身大の写実的なヒトのシルエットが床面・壁面に投影され、シルエットの情報のみのやりとりで遠隔地の相手と身体的コミュニケーションを図ることを意図している。ユーザは、影システム上でシルエットの映された場所にあたかも人間が存在するかのよう振る舞う様子が評価実験では観察された。影システムと異なり本研究で扱うエージェントはヒトの等身大のサイズではなく、また写実的な形状でもない点に注意が必要であるが、エージェントを人間として扱える最小限の視覚的手がかりとしてヒト型シルエットに着目している。また大澤ら[30]は人工物に対して物理的に身体パーツを付与しロボットとしてユーザと対話可能にする試みを行っている。大澤ら[30]はレーザプリンタのような生物的な外観を持たない人工物に「目」や「腕」といった身体パーツを付与することで、レーザプリンタの給紙トレイを「口」として扱えるようになるなど、生物の身体の類推がユーザに誘発されることを意図している。しかし本研究の身体パーツは、それ単体でヒトの身体と見なせるエージェントに対して顔方向・身体方向を明示的に示すためのものと位置づけている点が大澤ら[30]と異なる。これらを念頭に、本研究では、ヒト型のシルエットと身体パーツにより表現されたエージェントがユーザに与える影響を検討する。

ここで身体パーツについて、特に「目」の存在が利他的行動・向社会的行動を誘発するほど強力な視覚表現であることは1章で述べた。これは社会的促進だけでなく、社会的抑制の方向にも働きうるものである。しかし、1章で紹介した他者の存在のさりげない表現手法や、2.1節で示した他者の外観や社会的属性から受ける影響、そして2.2節で論じた情報機器の形態の違いによる被視感の変化といった先行研究を考慮すると、「目」を直接表現せずにユーザに注意を向けるエージェントの存在は、Fogg[9]の主張する形でユーザの社会的促進のみを誘発する可能性がある。このような身体パーツを持つエージェントのユーザへの影響について、本研究では実験により検討した。

さらに、2.3節で議論した潜在認知への介入という観点から、本研究ではエージェントはユーザとの直接の相互作用を前提としない。エージェントはユーザとの相互作用を前提として設計されることが多い(Cassellら[5]など)が、たとえばエージェントどうしの相互作用の中にユーザが参与する形となり、直接ユーザとエージェントの相互作用がない場面でのエージェントの存在の有用性も指摘されている[12], [28], [45]。本研究はそのようなアプローチとも異なり、ユーザの周辺視野に1体出現するのみのエージェントに着目した。そしてエージェントの存在感がユーザに与える影響の検討を通じ、ユーザの作業の質の向上・維持に向けたエージェントの設計指針のヒントを得ることが本研究の目的である。

3. 実験方法

3.1 参加者

大学生・大学院生 88 名が実験に参加した。ただし実験環境の不具合でデータの取得に問題のあった参加者 2 名、3.4 節で説明する質問紙の回答から、実験の意図が読み取れていると判断した参加者 2 名を分析から除外した。分析対象は 84 名（女性 24 名、男性 60 名、平均年齢 21.04 [SD = 1.18] 歳）であった。参加者は実験参加の謝礼としてプリペイドカード（クオカード 500 円分）を受け取った。

3.2 呈示されたエージェント

1 章、2 章の議論から、本実験では図 1 に示したシルエットエージェント（以下 SA と略）、シルエット・身体パーツエージェント（以下 SBPA と略）、長方形のいずれかを参加者に呈示した。SA、SBPA については出現・消失時と呈示中でエージェントの身体方向を変化させ、呈示中はわずかな首の動きのアニメーションをともなった。SA に「鼻」のパーツと「服の襟・前合わせ」のパーツを重畳して SBPA を構成し、これらにより顔方向・身体方向を明示した。SA・SBPA は図 2 に示すサブディスプレイの左下に横 80 ピクセル、縦 373 ピクセルのサイズで呈示された。また、長方形は SA と高さ、面積が同じになるように調整され、SA が首を動かした分変化した高さ・面積に等しい長方形に変形するアニメーションも含めて呈示された。

参加者は SA が呈示される SA 群、SBPA が呈示される SBPA 群、長方形が呈示される R 群にランダムに各 28 名が割り振られた。なお、実験の実施の際には実験者が各参加者についてどの群に割り振られたかを知ることがない二重盲検法の形をとった。

3.3 実験環境

図 2 に実験室の構成を示す。参加者はノート PC (ASUS ZENBOOK UX31A, 13.3 インチ、解像度 1920×1080) 上で課題に取り組んだ。この際、先行研究 [10], [50] を踏襲し、エージェントないし長方形はノート PC から VGA 出力により接続されたサブディスプレイ (GeChic ON-LAP 1302, 13.3 インチ、解像度 1366×768) 上で呈示された。なお、教示の際にはサブディスプレイに関する説明はいっさい行わず、サブディスプレイに関する質問も参加者からはなかった。エージェントないし長方形以外の影響を統制するため、実験者は教示や練習課題に取り組む間のみ立ち会い、それ以外の時間は別室で待機し質問や実験終了の通知はインターホン (DX アンテナ DELCATEC スマートホン HC-15-B) で受ける形とした。また、本実験における課題は数字の計算を要するため、筆記用具 (ボールペンとメモ用紙) が用意され、参加者は自由に使用できるようにした。

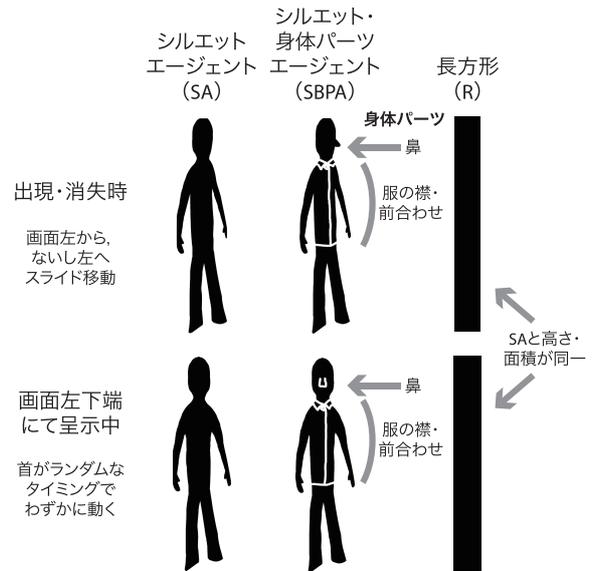


図 1 実験で呈示されたエージェント

Fig. 1 Embodied agents being displayed in the experiment.



図 2 実験室の構成

Fig. 2 Configuration of the laboratory.

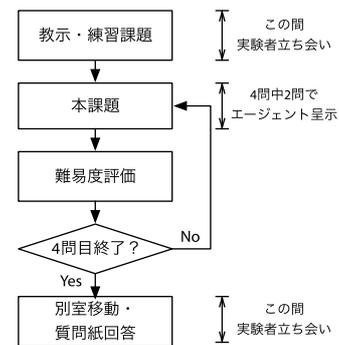


図 3 実験手順の流れ

Fig. 3 Flow of the experiment.

3.4 手順

本実験は成蹊大学研究倫理委員会における審査を経て実施された。まず、参加者は本実験が「数的推理能力測定実験」であると告げられた。そして同意書に署名後、以下に示す手順で課題に取り組んだ。手順の流れを図 3 に示す。

本実験では難易度を統制し、かつ定量的に作業遂行を測定できる課題として Hill [13], [14] の「合わせ算」を採用した。参加者は練習課題 1 問、本課題 4 問を解いた。このうち本課題 4 問は事前に学部生・大学教員 8 名による予備実

験で、課題回答時間に有意な差が現れた易しい問題2問、難しい課題2問を採用し、練習課題は図4に示した易しい問題と同等の難易度のもの1問を採用した。本課題4問はランダムな順番で出題されるようにし、カウンターバランスをとった。課題の教示は事前に録音した音声とノートPCに呈示された図4により行われ、その後参加者は問題を実際に解いて課題の進め方を確認した。参加者から質問があれば実験者は極力その場で受けるようにし、実験者が退室してから参加者は本課題に取り組んだ。本課題中、易しい問題、難しい問題それぞれ1問ずつ、サブディスプレイにおいて白い背景の上にエージェントないし長方形が呈示された。なお、エージェントないし長方形が呈示されない間、サブディスプレイは白い背景のみが呈示され、エージェントないし長方形が呈示されている間もサブディスプレイ上では課題解決のヒントなどの課題に関する情報はいっさい呈示されなかった。課題の回答の制限時間は8分と参加者には告げられ、時間内に正解できなかった場合は自動的に課題を打ち切り、回答時間を8分として結果の分析を行った。各課題が解けた、ないし打ち切られた後、エージェントないし長方形がサブディスプレイが表示されている場合は自動的に消え、参加者はノートPC上で「いま解いた課題について、あなたの主観でどの程度難しいと感じましたか」と訊ね、画面上のフォームを用いて7件法(1:非常に簡単-7:非常に難しい)で回答した。

合わせ算課題やエージェントの呈示の制御を行うソフトウェアはAdobe Flash CS6 (ActionScript 3.0)により作成され、Microsoft Internet Explorer 9とAdobe Flash Player 12を用いて実行した、そしてActionScriptから同じノートPC内で起動したWebサーバ(Apache 2.2.25)上のRuby 1.9.3で実行したCGIを呼び出し、回答時間や難易度の評定値をCSVファイルに記録した。

本課題4問を終えてから、参加者はインターホンで実験者に実験終了を知らせ、実験室を退室し、別室で質問紙の質問項目に回答した。本実験ではRickenberg and Reeves [34]の実験をふまえた日本語版(大学生用) [38]の状態不安尺度の質問(20項目、4件法[1:まったくそうでない-4:まったくそうである]、Cronbachの $\alpha = .856$)、Jettmar

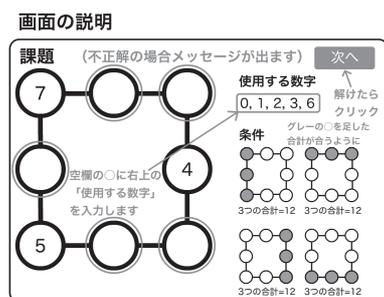


図4 合わせ算 [13], [14]

Fig. 4 The “Same Sum” number puzzle [13], [14].

and Nass [17]の質問項目をもとにした課題の印象に関する質問(4項目[好きになった、今後役に立ちそう、知的だと思った、面白かった]、7件法[1:まったくそう思わない-7:非常にそう思う]、Cronbachの $\alpha = .737$)、および自由記述の質問(実験の意図、事前に合わせ算課題を解いた経験の有無、サブディスプレイに映っていたもの、その他意見・感想の4項目)からなる質問紙を用いた。以上の課題に要した時間は30~40分程度であった。

3.5 仮説

これまでの議論から、エージェントないし長方形の呈示に対する知覚・認知に関係なく、以下の傾向が現れる可能性が考えられる。

仮説1 社会的促進・社会的抑制の議論から、やさしい課題においてエージェント呈示時の方が非呈示時より良い遂行を参加者は見せること、そして難しい課題においてはその逆の傾向が現れる。

仮説2 被視感の強さの影響から、SBPA群の方がSA群より顕著にエージェントの存在の影響が現れる。

仮説3 ヒト型シルエットの外観を持たないエージェントが呈示されるR群では社会的促進・社会的抑制に関する傾向はみられない。

4. 実験結果

4.1 エージェントの呈示への気づき

分析に先立ち、2.4節で議論した潜在認知への介入という観点から、エージェントの呈示を言語報告できるレベルで参加者が知覚・認知していたかどうか(この知覚・認知を以後「気づき」と呼ぶ)が実験結果に影響した可能性を考慮し、質問紙の自由記述の回答のうち、サブディスプレイに映っていたものについてSBPA群・SA群に関しては「人」ないし「影」という語やエージェントの絵を含む回答をした参加者、R群に関しては「棒」ないし長方形の絵を含む回答をした参加者を「気づきあり」、サブディスプレイに映っていたものについて具体的な言及がなく、何も映っていなかったという主旨の回答をしていた参加者を「気づきなし」と分類した(表1)。2名の判定者による分類の一致率は100%であり、全参加者の回答を「気づきあり」「気づきなし」に分類できた。また、サブディスプレイに映っていたものについて詳細な記述をした参加者もいなかった。「数的推理能力測定課題」として制限時間のもと課題

表1 エージェントへの気づきのあった参加者数

Table 1 Number of participants being aware of the agent.

	気づきあり	気づきなし
SBPA群	13名	15名
SA群	10名	18名
R群	13名	15名

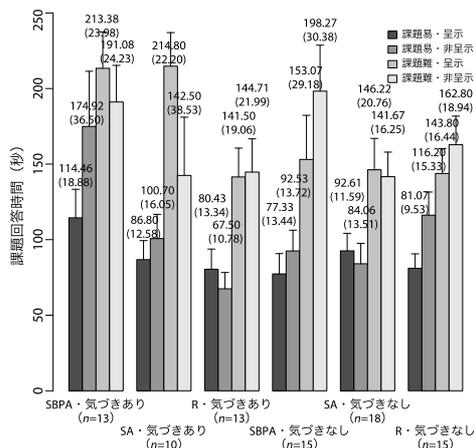


図 5 課題回答時間の平均 (括弧内の数字とエラーバーは標準誤差)
 Fig. 5 Mean of problem solving time (numbers in parentheses and error bars indicate standard errors).

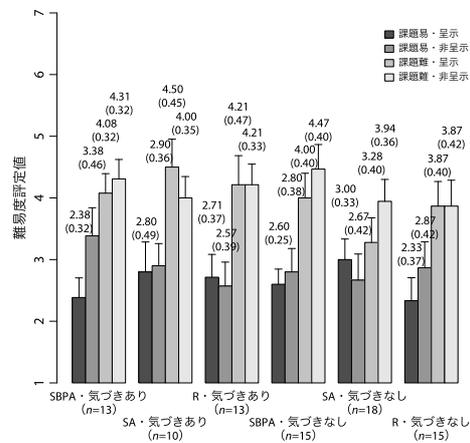


図 6 課題の主観的難易度評定値の平均 (括弧内の数字とエラーバーは標準誤差)
 Fig. 6 Mean of difficulty evaluation value (numbers in parentheses and error bars indicate standard errors).

解決に取り組んだことや、課題終了直後にエージェントないし長方形が消失することから、サブディスプレイを注視できるほど参加者に余裕がなかったためと推測できる。

4.2 課題回答時間・主観的難易度評定

4.1 節で言及したエージェントないし長方形の呈示への気づきの有無、エージェントないし長方形の外観 (SA, SBPA, R) を参加者間要因、課題の難易度、エージェントの呈示の有無を参加者内要因の混合計画として課題回答時間 (図 5)・主観的難易度評定値 (図 6) の分析を行った。課題回答時間は気づきあり群の方が気づきなし群より全体的に長く、SBPA 群の方が他の群より全体的に長い傾向が読み取れる。さらに、気づきあり群について、課題が易しい場合 SBPA 群では呈示条件の方が非呈示条件より回答時間が短くなり、逆に課題が難しい場合 SA 群では非呈示条件の方が呈示条件より短くなる傾向が読み取れる。一方、R 群では呈示の有無による差があまりない。また、SBPA・

気づきなし群の課題が難しい条件において、呈示条件の方が非呈示条件より回答時間が短くなる傾向も読み取れる。

以上をふまえて回答時間・主観的難易度評定値それぞれに対し 4 要因分散分析を行った。まず回答時間 ($F(1, 78) = 65.220, p < .001, \eta_p^2 = .455$)*1・主観的難易度評定値 ($F(1, 78) = 100.873, p < .001, \eta_p^2 = .563$) いずれも課題の難易度の主効果が有意であり、課題の難易度は実験の意図どおりに統制されていることが示された。

次に、回答時間においてエージェントの外観の主効果が有意 ($F(2, 78) = 4.498, p = .014 < .05, \eta_p^2 = .103$)、エージェントないし長方形の呈示への気づきの主効果が有意傾向 ($F(1, 78) = 3.070, p = .084 < .10, \eta_p^2 = .038$) であった。外観の主効果について Ryan 法による多重比較を行ったところ、SBPA 群と SA 群 ($p = .026 < .05$)、SBPA 群と R 群 ($p = .005 < .01$) の間に有意な差がみられた。SA 群と R 群 ($p = .532$) の間の差は有意でなかった。次に回答時間において、エージェントの外観と気づきの交互作用 ($F(2, 78) = 3.097, p = .051 < .10, \eta_p^2 = .074$)、エージェントの外観と呈示の有無の交互作用 ($F(2, 78) = 2.373, p = .0999 < .10, \eta_p^2 = .057$) がそれぞれ有意傾向であった。さらに単純主効果の検定において、SBPA 群の中で気づきあり群の方が気づきなし群と比べ回答時間が有意に長く ($p = .0097 < .01$)、また SBPA 群の中で非呈示条件の方が呈示条件より回答時間が長い傾向 ($p = .081 < .10$) が示された。続いて、回答時間においてエージェントないし長方形への呈示の気づき・課題の難易度・エージェントの呈示の有無の交互作用が有意傾向であった ($F(1, 78) = 2.929, p = .091 < .10, \eta_p^2 = .036$)。単純交互作用の検定を行うと、課題が難しい条件におけるエージェントないし長方形の呈示への気づき・呈示の有無の単純交互作用が有意 ($p = .026 < .05$) であった。単純主効果の検定から、気づきあり群の方が気づきなし群に比べて課題難・呈示条件の回答時間が有意に長いことが示された ($p = .0103 < .05$)。こちらも、エージェントの外観以外に着目して課題回答時間をみると、気づきあり群では課題が易しい場合、エージェントないし長方形の呈示時に回答時間が短くなるが、逆に課題が難しい場合はエージェントないし長方形が非呈示では回答時間が短くなっている。

その他の主効果・交互作用については有意ではなかった。

*1 仮説検定における p 値は有意差の有無を判断する閾値としての役割のみを果たし、 p 値の大小で差の大小を論じることはできない。また、実験参加者数を極端に多くすれば、たとえわずかな差であっても p 値を小さくすることができるという問題も存在する。そこで、分散分析において差の大小を標準化して示す指標 (効果量) である η_p^2 により、差の大小を論じることが可能となる [6], [29]。Cohen [6] の提案に従えば、 $\eta_p^2 = .010$ で「小さな効果量」、 $\eta_p^2 = .058$ で「中程度の効果量」、 $\eta_p^2 = .137$ で「大きな効果量」と判断されるが、有意水準と異なりあくまで目安としての値である点に注意が必要である [29]。

4.3 質問紙の回答

エージェントないし長方形への呈示への気づきの有無、エージェントの外観を参加者間要因とした状態不安尺度評定値 (図 7), 課題の印象の評定値 (図 8) を示すが、いずれも群間で大きな差はみられない。実際 2 元配置分散分析の結果、状態不安尺度評定値における外観の主効果 ($F(2, 78) = 0.767, p = .468, \eta_p^2 = .019$), 気づきの主効果 ($F(1, 78) = 0.735, p = .394, \eta_p^2 = .009$), 交互作用 ($F(2, 78) = 0.166, p = .848, \eta_p^2 = .004$), ならびに課題の印象の評定値における外観の主効果 ($F(2, 78) = 0.428, p = .653, \eta_p^2 = .011$), 気づきの主効果 ($F(1, 78) = 0.249, p = .619, \eta_p^2 = .003$), 交互作用 ($F(2, 78) = 0.377, p = .687, \eta_p^2 = .010$) は有意でなかった。

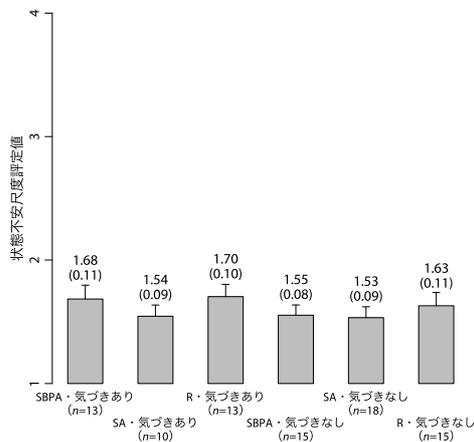


図 7 状態不安尺度評定値の平均 (括弧内の数字とエラーバーは標準誤差)

Fig. 7 Mean of state anxiety scale value (numbers in parentheses and error bars indicate standard errors).

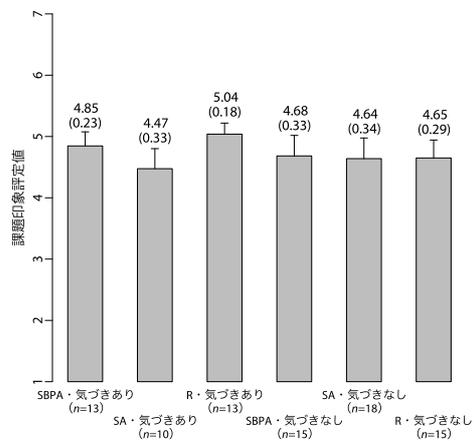


図 8 課題の印象の評定値の平均 (括弧内の数字とエラーバーは標準誤差)

Fig. 8 Mean of task impression evaluation value (numbers in parentheses and error bars indicate standard errors).

5. 考察

5.1 社会的促進・社会的抑制：仮説 1 の検討

SBPA 群に限れば、エージェントが呈示された条件で回答時間が短くなる傾向が有意傾向、かつ η_p^2 も .057 と中程度に近い効果量としてみられた。また、この傾向は課題の難易度に関係なく現れていた。この点から、SBPA 群ではエージェントの存在による社会的促進が弱いながらも現れたといえ、3.5 節の仮説 1 において SBPA による社会的促進の点のみを弱く支持する結果となっている。社会的促進・社会的抑制の双方が現れた、言語による教示でネットワーク越しの他者の存在感を統制し実験を行った Jettmar ら [17] とは異なる結果となった。

5.2 身体パーツの影響：仮説 2 の検討

エージェントの外観の差を検討すると、SBPA 群では他群と比べ呈示への気づきの有無と関係なく有意に回答時間が長くなっている。社会的促進・社会的抑制のすべてではないが、SBPA 群でエージェントからの影響が顕著に現れるとした 3.5 節の仮説 2 を一部支持するものといえる。この傾向が SBPA 群においてエージェントの呈示への気づきがないと報告した参加者の間でもみられた点に注意が必要である。つまり、気づきがない場合でも、エージェントの呈示によりユーザの潜在認知への介入が起こることを示唆する。実際、2.3 節で言及した、周辺視野への情報呈示による潜在認知への介入の影響を検討した先行研究では、呈示された情報が何であるか認識できていなかった実験参加者もその情報の影響を受けることが示されている。しかし、扱った課題が合わせ算課題 [13], [14] という、本研究で登場したエージェントとは文脈的なつながりがみられない課題であり、かつ 2.4 節で言及したように課題が呈示されたノート PC とは別のサブディスプレイ上にエージェントが呈示されたことで、エージェントが課題と無関係である点がさらに顕著に参加者に認識されている可能性に注意が必要である。たとえば Fukuda ら [10] においては協力行動という共通項がサブディスプレイに呈示される情報と取り組む課題の間にみられたが、このような関連が存在する場合は、また異なる影響が現れる可能性がある。課題の性質や実験における文脈の設定といった点にも留意しながら、エージェントからの被視感について、Ernest-Jones ら [8], Bateson ら [2] のようなフィールド実験も含めて今後検討を加える必要がある。

5.3 ヒト型シルエットの影響：仮説 3 の検討

また、SA 群・R 群の間にはすべての指標において有意な差がみられなかった。すなわち、身体パーツのない SA と長方形は視覚的には違いがあると認識されながらも、作業遂行や作業の印象については影響の差がなかったといえ

る。この結果は 3.5 節の仮説 3 を支持するものではあるが、同じヒト型シルエットを持つにもかかわらず、SBPA と異なり SA の呈示は長方形の呈示とユーザに与える影響に差がみられない点に注意が必要である。さらに、3 群に共通して現れた傾向だが、有意傾向かつ η_p^2 が .036 とやや小さい値ではあったものの、課題難・呈示の場合にエージェントに気づいた参加者の課題回答時間が長くなった。これが SA・長方形双方で現れた傾向であることから、エージェントが誘発した社会的抑制ではなく、課題が難しい状況においてエージェントないし長方形が視覚的にユーザの課題遂行を妨害する可能性も考えられる。

5.4 全体の議論と今後の課題

SA 群・R 群の間に差がみられなかった一方で、SBPA 群については回答時間において他群と明らかに異なる影響がみられた。2.4 節でエージェントの機微的な視覚表現がユーザに大きな影響を与える可能性を指摘した。ヒト型シルエットのみでは他者の存在感の誘発につながりにくいものの、目の表現こそないが、SBPA 群で呈示されたエージェントにおける身体パーツが誘発する被視感が、課題遂行に影響したことが考えられる。しかし、目のパーツが直接表現されたエージェントとの比較や、視線方向を明示的に示すとはいえない身体パーツが付与されたエージェントとの比較がなければ、この仮説の妥当性は検討できない。また、SBPA 群では他群との比較としては社会的抑制、群内のエージェントの呈示・非呈示の間では有意傾向ながら社会的促進がみられたが、1 章に示した本研究の当初の目的に照らすと、エージェントがもたらす社会的促進の面を有効に引き出す手法の発見が課題となる。前述の実験の文脈とあわせて、1 章に示したアウェアネス研究や、パレイドリア [46] のようなヒトの顔らしさを潜在的に気づかせる視覚表現などをふまえ、潜在認知に介入するエージェントの外観の設計を検討し、こうした社会的促進の面を最大限に生かせる手法を模索することが重要といえる。

また、エージェントないし長方形の呈示への気づきの有無について、本研究ではユーザの質問紙の回答を判断の基準とした。しかし、ユーザが報告する内容とユーザの実際の行動は異なる場合がある点 [25], [33] や、本研究では気づきの有無の差は統計的には有意傾向であり気づきの影響について議論の余地を残している点を考慮すると、ユーザの報告以外の観点から気づきの影響を検討する必要もあると考えられる。たとえば視線や皮膚電気抵抗といった生理指標を気づきの有無の判断材料とすることで、異なる観点から気づきの影響を議論することが可能と考えられる。

加えて、1 章においてユーザが持ちうるプライバシーを侵害された感覚について議論したが、エージェントの呈示によりプライバシーを侵害された感覚について質問紙の回答の中で言及した本実験の参加者はいなかった。短時間の実験

ではそうした感覚は持ちにくい可能性もあるが、今後作業意欲の維持・向上を目指すエージェント技術の実応用を見据えた場合、このような感覚の影響も無視できない。また、前述の気づきの問題と同様、ユーザが報告するレベルまで影響を受けなくても、ユーザがプライバシーを侵害された感覚を無意識に持ち、影響を受ける可能性もある。以上の観点からも、生理指標など異なる観点からエージェントの影響を検討することは重要といえる。

6. まとめ

本研究では、計算機環境におけるユーザの潜在認知への介入による作業意欲向上のため、周辺視野に呈示されたエージェントの誘発する社会的促進の可能性について実験により検討した。その結果、ヒト型シルエットと身体パーツで表現されたエージェントは、ヒト型シルエットのみのエージェントや長方形と比較すると課題全体としては作業遂行が悪化し社会的抑制が起こったことが示唆されたが、エージェントの呈示の有無で比較すると、呈示への気づきの有無に関係なく、呈示された方が作業遂行が改善し、社会的促進が起こったことも示唆された。エージェントの呈示される文脈やエージェントの外観の設計を通して、社会的促進の面が最大限に生かされ、潜在認知への介入によるユーザの作業意欲向上に貢献できる人間とエージェントの関係の構築が将来の課題である。

謝辞 本研究における実験の実施にあたり笹島康明さん、田代岬さん、八木彬さんの協力を得た。また、本研究に対して中野有紀子先生（成蹊大学）、林佑樹先生（大阪府立大学）、鈴木宏昭先生（青山学院大学）、福田玄明先生（東京大学）、高橋康介先生（東京大学）、妹尾武治先生（九州大学）から貴重なコメントをいただいた。ここに感謝の意を示す。本研究の推進にあたり、科学研究費補助金基盤研究 (C) (24500327, 25350355) の補助を受けた。

参考文献

- [1] Allport, F.H.: The Influence of the Group Upon Association and Thought, *Journal of Experimental Psychology*, Vol.3, No.3, pp.159–182 (1920).
- [2] Bateson, M., Callow, L., Holmes, J.R., Redmond Roche, M.L. and Nettle, D.: Do Images ‘Watching Eyes’ Induce Behaviour That Is More Pro-Social or More Normative? A Field Experiment on Littering, *PLoS ONE*, Vol.8, No.12, p.e82055 (online), DOI: 10.1371/journal.pone.0082055 (2013).
- [3] Blascovich, J., Mendes, W.B., Hunter, S.B., Lickel, B. and Kowai-Bell, N.: Perceiver Threat in Social Interactions With Stigmatized Others, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.80, No.2, pp.253–267 (online), DOI: 10.1037/0022-3514.80.2.253 (2001).
- [4] Burnham, T.C. and Hare, B.: Engineering Human Cooperation, *Human Nature*, Vol.18, No.2, pp.88–108 (online), DOI: 10.1007/s12110-007-9012-2 (2007).
- [5] Cassell, J., Sullivan, J., Prevost, S. and Churchill, E.

- (Eds.): *Embodied Conversational Agents*, MIT Press, Cambridge, MA, USA (2000).
- [6] Cohen, J.: *Statistical power analysis for the behavioral sciences, 2nd edition*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, USA (1988).
- [7] Erickson, T., Halverson, C., Kellogg, W.A., Laff, M. and Wolf, T.: Social Translucence: Designing Social Infrastructures That Make Collective Activity Visible, *Comm. ACM*, Vol.45, No.4, pp.40–44 (online), DOI: 10.1145/505248.505270 (2002).
- [8] Ernest-Jones, M., Nettle, D. and Bateson, M.: Effects of eye images on everyday cooperative behavior: A field experiment, *Evolution and Human Behavior*, Vol.32, No.3, pp.172–178 (online), DOI: 10.1016/j.evolhumbehav.2010.10.006 (2011).
- [9] Fogg, B.J.: *Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do*, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, CA, USA (2003).
- [10] Fukuda, H., Suzuki, H. and Yamada, A.: Automatic facilitation of social behavior by implicit inferring of social intention, *Proc. 34th Annual Meeting of the Cognitive Science Society (CogSci2012)*, Sapporo, Japan, p.2672 (2012).
- [11] Haley, K.J. and Fessler, D.M.T.: Nobody's watching? Subtle cues affect generosity in an anonymous economic game, *Evolution and Human Behavior*, Vol.26, No.3, pp.245–256 (online), DOI: 10.1016/j.evolhumbehav.2005.01.002 (2005).
- [12] Hayashi, K., Kanda, T., Miyashita, T., Ishiguro, H. and Hagita, N.: ROBOT MANZAI: Robot Conversation as A Passive-Social Medium, *International Journal of Humanoid Robotics*, Vol.5, No.1, pp.67–86 (online), DOI: 10.1142/S0219843608001315 (2008).
- [13] Hill, J.D. (著), かみふじこうじ (訳): ポケット算楽 1 初級篇, ソフトバンククリエイティブ, 東京 (2012).
- [14] Hill, J.D. (著), かみふじこうじ (訳): ポケット算楽 1 上級篇, ソフトバンククリエイティブ, 東京 (2012).
- [15] Hood, B.M.: *SuperSense: Why We Believe in the Unbelievable*, HarperOne, New York, NY, USA (2009). 小松淳子 (訳): スーパーセンス: ヒトは生まれつき超科学的な心を持っている, インターシフト, 東京 (2011).
- [16] Ishii, H., Wisneski, C., Brave, S., Dahley, A., Gorbet, M., Ullmer, B. and Yarin, P.: ambientROOM: Integrating Ambient Media with Architectural Space, *CHI 98 Conference Summary on Human Factors in Computing Systems*, Los Angeles, CA, USA, pp.173–174 (online), DOI: 10.1145/286498.286652 (1998).
- [17] Jettmar, E. and Nass, C.: Adaptive Testing: Effects on User Performance, *Proc. SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '02)*, Minneapolis, MN, USA, pp.129–134 (online), DOI: 10.1145/503376.503400 (2002).
- [18] 小松孝徳, 山田誠二, 小林一樹, 船越孝太郎, 中野幹生: Artificial Subtle Expressions: エージェントの内部状態を直感的に伝達する手法の提案, 人工知能学会論文誌, Vol.25, No.6, pp.733–741 (オンライン), DOI: 10.1527/tjsai.25.733 (2010).
- [19] Latham, G.P.: *Work motivation: History, theory, research, and practice*, Sage, Thousand Oaks, CA, USA (2007). 金井壽宏 (監訳), 依田卓巳 (訳): ワーク・モチベーション, NTT 出版, 東京 (2009).
- [20] 松井 淳, 山本景子, 倉本 到, 辻野嘉宏: あなたは見られている: 分散環境におけるアウェアネス情報の取得とプライバシー維持の両立, 情報処理学会インタラクティブ 2013 論文集, pp.48–55 (2013).
- [21] McDonald, D.W., Gokhman, S. and Zachry, M.: Building for Social Translucence: A Domain Analysis and Prototype System, *Proc. ACM 2012 Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW '12)*, Seattle, WA, USA, pp.637–646 (online), DOI: 10.1145/2145204.2145301 (2012).
- [22] 三輪敬之: 場の統合による共存のコミュニケーション技術, 電子情報通信学会誌, Vol.89, No.3, pp.218–225 (2006).
- [23] 宮島麻美, 伊藤良浩, 渡邊琢美: バックグラウンドコミュニケーションをベースとした新しい見守りサービス, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-D-I, No.12, pp.1785–1794 (2005).
- [24] 中利和弘, 倉本 到, 辻野嘉宏, 水口 充: 分散環境におけるプライバシー侵害感低減のための「見られている感」提示手法, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2009 論文集, pp.167–172 (2009).
- [25] Nisbett, R.E. and Wilson, T.D.: Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes, *Psychological Review*, Vol.84, No.3, pp.231–259 (1977).
- [26] 小田 亮: 利他学, 新潮社, 東京 (2011).
- [27] 緒方啓史, 原田悦子, 下夷美幸, 南部美砂子, 赤津裕子, 谷上 望: ユーザの視点から見た緊急通報システム: 在宅ケア情報システムの使いやすさに関する認知科学的検討, 認知科学, Vol.10, No.3, pp.353–369 (オンライン), DOI: 10.11225/jcss.10.353 (2003).
- [28] 岡本雅史, 大庭真人, 榎本美香, 飯田 仁: 対話型教示エージェントモデル構築に向けた漫才対話のマルチモーダル分析, 知能と情報 (日本知能情報フェジイ学会論文誌), Vol.20, No.4, pp.526–539 (オンライン), DOI: 10.3156/jssoft.20.526 (2008).
- [29] 大久保街亜, 岡田謙介: 伝えるための心理統計: 効果量・信頼区間・検定力, 勁草書房, 東京 (2012).
- [30] 大澤博隆, 大村 廉, 今井倫太: 直接擬人化手法を用いた機器からの情報提示の評価, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.10, No.3, pp.11–20 (2008).
- [31] Pink, D.H.: *Drive: The surprising truth about what motivates us*, Riverhead Books, New York, NY, USA (2009). 大前研一 (訳): モチベーション 3.0: 持続する「やる気!」をいかに引き出すか, 講談社, 東京 (2010).
- [32] Rajcecki, D.W.: Zajonc, Cockroaches, and Chickens, c. 1965–1975: A Characterization and Contextualization, *Emotion Review*, Vol.2, No.4, pp.320–328 (online), DOI: 10.1177/1754073910375477 (2010).
- [33] 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).
- [34] Rickenberg, R. and Reeves, B.: The effects of animated characters on anxiety, task performance, and evaluations of user interfaces, *Proc. SIGCHI conference on Human factors in computing systems (CHI '00)*, The Hague, The Netherlands, pp.49–56 (online), DOI: 10.1145/332040.332406 (2000).
- [35] Shah, J.Y.: The motivational looking glass: How significant others implicitly affect goal appraisals, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.85, No.3, pp.424–439 (online), DOI: 10.1037/0022-3514.85.3.424 (2003).
- [36] Shah, J.Y.: The Automatic Pursuit and Management of Goals, *Current Directions in Psychological Science*, Vol.14, No.1, pp.10–13 (2005).
- [37] Shantz, A. and Latham, G.P.: An exploratory field experiment of the effect of subconscious and conscious goals on employee performance, *Organizational Behavior and*

- Human Decision Processes*, Vol.109, No.1, pp.9-17 (online), DOI: 0.1016/j.obhdp.2009.01.001 (2009).
- [38] 清水秀美, 今栄国晴: STATE-TRAIT ANXIETY INVENTORY の日本語版 (大学生用) の作成, 教育心理学研究, Vol.29, No.4, pp.348-353 (1981).
- [39] 下條信輔: サプリミナル・マインド: 潜在的人間観のゆくえ, 中央公論社, 東京 (1996).
- [40] Sproull, L., Subramani, M., Kiesler, S., Walker, J.H. and Waters, K.: When the Interface Is a Face, *Human-Computer Interaction*, Vol.11, No.2, pp.97-124 (online), DOI: 10.1207/s15327051hci1102_1 (1996).
- [41] Stanovich, K.E.: *The robot's rebellion: Finding meaning in the age of Darwin*, University of Chicago Press, Chicago, IL, USA (2004). 椋田直子 (訳): 心は遺伝子の論理で決まるのか: 二重過程モデルでみるヒトの合理性, みすず書房, 東京 (2008).
- [42] 鈴木宏昭, 福田玄明, 鈴木 聡, 田中克明, 山田 歩: 無意識的情報を用いたモチベーションの向上: ワーク・モチベーション・エンジニアリングに向けて, 人工知能学会第 27 回全国大会, 1J3-OS-22a-6 (2013).
- [43] Suzuki, N. and Bartneck, C.: Subtle Expressivity for Characters and Robots, *CHI '03 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, Ft. Lauderdale, FL, USA, pp.1064-1065 (online), DOI: 10.1145/765891.766150 (2003).
- [44] 鈴木 聡, 森島泰則, 中村美代子, 梶館尚武, 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 (オンライン), DOI: 10.3156/jsoft.20.513 (2008).
- [45] 鈴木 聡, 山田誠二: 擬人化エージェントによるオーバハードコミュニケーションのユーザの態度への影響, 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.4, pp.1093-1100 (2005).
- [46] Takahashi, K. and Watanabe, K.: Gaze cueing by pareidolia faces, *i-Perception*, Vol.4, No.8, pp.490-492 (online), DOI: 10.1068/i0617sas (2013).
- [47] Takeuchi, Y. and Watanabe, K.: Social Identification of Embodied Interactive Agent, *IEICE Trans. Information and Systems*, Vol.E88-D, No.11, pp.2517-2522 (2005).
- [48] Takeuchi, Y., Watanabe, K. and Katagiri, Y.: Social Influence of Agent's Presence in Desktop Interaction, *Proc. 10th Human-Computer Interaction International 2003*, Vol.2, pp.328-332 (2003).
- [49] 辻田 眸, 塚田浩二, 椎尾一郎: 遠距離恋愛者間のコミュニケーションを支援する日用品 "SyncDecor" の提案, コンピュータソフトウェア (日本ソフトウェア科学会誌), Vol.26, No.1, pp.25-37 (オンライン), DOI: 10.11309/jssst.26.1.25 (2009).
- [50] 山田 歩, 鈴木宏昭, 福田玄明: 潜在的な目標が課題達成に与える影響, 日本心理学会第 75 回大会発表論文集, p.956 (2011).
- [51] 山田誠二, 森 直樹, 小林一樹: 周辺認知テクノロジー PCT によるユーザの作業に干渉しないペリフェラル情報通知, 人工知能学会論文誌, Vol.30, No.2, pp.449-458 (オンライン), DOI: 10.1527/tjsai.30.449 (2013).
- [52] 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, *Proc. SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '07)*, San Jose, CA, USA, pp.1-10 (online), DOI: 10.1145/1240624.1240626 (2007).
- [53] Zajonc, R.B.: Social Facilitation, *Science*, Vol.149, pp.269-274 (1965).



鈴木 聡 (正会員)

2002 年国際基督教大学教養学部卒業。2007 年東京工業大学大学院総合理工学研究科博士課程修了。青山学院大学ヒューマンイノベーション研究センター助手等を経て、成蹊大学理工学部システムデザイン学科助教。博士 (工学)。ヒューマンコンピュータインタラクション, 教育工学, 認知科学の研究に従事。人工知能学会, 電子情報通信学会, 日本認知科学会, 日本教育工学会, 日本ソフトウェア科学会, ヒューマンインタフェース学会各会員。

齋藤 涼

2014 年成蹊大学理工学部エレクトロメカニクス学科 (現, システムデザイン学科) 卒業。在学中はヒューマンエージェントインタラクションの研究に従事。

岡部 哲也

2015 年成蹊大学理工学部エレクトロメカニクス学科 (現, システムデザイン学科) 卒業。在学中はヒューマンエージェントインタラクションの研究に従事。



小方 博之

1988 年東京大学工学部卒業。1990 年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。日本電信電話株式会社を経て、成蹊大学理工学部システムデザイン学科教授。博士 (工学)。ロボット工学, 教育工学の研究に従事。日本ロボット学会, 計測自動制御学会, 精密工学会, 日本テスト学会, 日本行動計量学会, 電子情報通信学会等各会員。