

視覚・触覚提示による接触存在感をもちいた高齢者睡眠支援エージェントの効果

Effects of elderly sleep support agents using contact presence by visual and tactile presentation

張 雅沢[†] マン キン[†] 米澤 朋子[‡]
Yaze Zhang Xin Wan Tomoko Yonezawa

1. はじめに

現在、世界的に高齢者人口の比率の増加が課題となっている。加齢に伴い、身体機能、認知機能や精神機能が低下することが報告されており [1]、このような機能の低下は、それぞれ相互に関係していることが明らかにされている [2]。近年では、健康な生活を維持し機能の低下を防ぐためには、良好な睡眠状態が極めて重要であることも示されている [3]。さらに、認知機能の低下によって、不安、抑うつ、興奮など BPSD (Behavioral and Psychological Symptoms of Dementia, 認知症の行動・心理症状) が現れやすくなり、認知症患者と介護者の QOL (Quality of Life, 生活の質) を低下させている。つまり、睡眠が阻害されて覚醒すると、介護者はそのフォローに疲弊することとなる。睡眠状態の改善がなければ認知機能や BPSD に問題が発生する。これらのことから、認知症患者および介護者 QOL 低下を防ぐ重要なキーが睡眠にあると考えた。

睡眠障害には、1) 加齢と生活習慣による睡眠不足や睡眠リズム異常、2) 睡眠時無呼吸症候群などに併発する症状、3) 過眠症や不眠症という睡眠自体の病気がある。本研究では、高齢者の日常生活を支援することを目的とし、加齢と生活習慣不良によって起きた睡眠不足や睡眠リズム異常等の睡眠障害を緩和するため、視覚提示、触覚提示、聴覚提示を用いた、ベッドへの誘導や睡眠誘導、および中途覚醒時のフォローを支援するエージェントシステムを提案する。

本研究では、壁面スクリーンに投影されたエージェントが、ベッドに近づくとともにベッドに入る様子を視覚的に提示することで、ユーザをベッドに誘導する。その後、布団に内包されたロボットアームを用いてユーザに対し抱擁、反復タッチなどの動作を模倣した触覚を提示することで、睡眠に至るまでの気分を和らげる。高齢者が睡眠支援システムを通じエージェントに信頼感を持つことで、ケアの受け入れや、ストレス軽減、精神安定と眠気を促進する効果が期待される

本稿では、提案システムによる視覚や触覚の提示を通じたエージェントの寄り添い睡眠環境が、ユーザの感情の状態にどのような影響を与えるかを調べるため、検証

実験を行い分散分析と因子分析を行った結果について報告する。

2. 関連研究

2.1 睡眠と身体・認知・精神機能との関係

睡眠と身体機能の関係について、睡眠時間の長さにより握力や日常生活動作 (Activity of Daily Living: ADL) の質が変化すること、睡眠の質が虚弱体質につながるということが報告されている [4]。

睡眠と認知機能の関係について、7 時間以上の睡眠をとっている高齢者は、7 時間以下の睡眠をとっている高齢者と比べて認知機能が低いことが報告されている [5]。

また、睡眠と精神機能の関係について、睡眠時間が短くなると、不安・緊張・抑うつの気分状態に陥りやすくなることが報告されている [6]。また、高齢者がうつ病を発症する危険因子として死別、身体的障害、うつ病の既往、女性であることその他、睡眠の質の低下が挙げられており、精神状態に対する睡眠の関連も示されている [7]。

以上のことから、睡眠状態は高齢者の身体・認知・精神機能に深く関わっていると考えられる。

2.2 人間同士の接触効果

先行研究 [8] では、ハグにより血圧が低下し、ストレスイベント下での心拍数の上昇を防ぐことが確認された。また、ハグはストレスを緩和したり、風邪の原因となる感染性ウイルスに対する免疫力を高めることも期待できるとされる [9]。皮膚上の摩擦や抱擁などの触覚刺激は、社会的結合と信頼行動を促進するホルモンであるオキシトシンの放出を誘発させるともいわれる [10]。触ることは、健康状態だけでなく精神方面にも影響する。J. D. Fisher ら [11] は、接触に対する感情評価では、男性よりも女性のほうが好意的に捉える傾向や女性は接触があることで接触の主体や環境に良い印象を持つことを示した。

このように、ハグを含む社会的接触は、精神的および身体的なメリットとして幸福と健康を向上させると考えられる。

2.3 人間とロボットの触覚インタラクション

人間同士のコミュニケーションでは様々な感情伝達におけるモダリティがある。人間とロボットのインタラクション (Human Robot Interaction, HRI) の研究分野

[†] 関西大学大学院総合情報学研究所

[‡] 関西大学, Kansai University

では、これまで多く議論されてきた、音声・視線・ジェスチャ等の身体的ふるまいを用いたコミュニケーションに加え、ノンバーバルな様々な表現を模すコミュニケーションロボットの研究が増えており [11], 接触モダリティに関しても議論され始めている [12]. その中でも、ユーザからの接触の様相を理解するロボット [14] やその応用研究として、アザラシロボット Paro に触れると、高齢者の精神の健康状態に有用である [15] ことや、作業中に退屈を感じている人がロボットに触れられるとことで作業のモチベーションが高まり、つまらないという印象が改善されること [16] などが示された。

その一方で、ロボット自身が人間に触れることでユーザにロボットの感情や状態を伝える [17] ことや、ロボットの接触と音声を組み合わせることで、ロボットの印象に影響を与えることも検証された [18].

以上より、接触は多くの可能性を秘めており、それらを用いて睡眠前の気分改善をしていくことは有用であると考えられる。本研究では、仮想エージェントの共存感覚を高める裸眼立体視システム [19] とロボットからの接触を感じさせる触覚提示を併用した、睡眠に寄り添うエージェントを提案する。エージェントは普段はユーザの生活に寄り添い、ベッドへの誘導を視覚的に行動を示すと共に、ユーザがベッドに入った後は一緒に寝ているかのように接触のような触覚をユーザに提示することで、睡眠前後のユーザの気分の改善をはかる。

3. 実験用システム構成

3.1 システム概要

本エージェントは、ユマニチュード手法 [20] およびこの手法を取り入れたエージェント研究 [19] を参考とし、視覚、聴覚、触覚に訴えるため、以下のようにシステムを構成した。裸眼立体視で描画される室内寄り添いエージェントを壁面にプロジェクションし、1) エージェントがユーザの視野内に入り、2) ベッドに近づき、3) ベッドに入る様子を示す。その後、4) エージェントに追従してユーザがベッドに入ると、添い寝をする人の腕や体を模した触覚生成装置によって、ユーザに抱擁や反復的に軽く叩く (patting) ような接触を表す動きを行い、入眠を促す。

3.2 視覚提示部

本システムの実験用の試作には、PowerPoint のアニメーションを利用して簡潔にエージェントを描画し視覚刺激とした。エージェントは、図 1 に示すように、顔と身体、および手足を持つよう描画し、プロジェクタ (EPSON EH-TW5200) により壁面スクリーンに投影する。エージェントの動きとしては、まず、1) エージェントの形を徐々に拡大し徐々に遠くからユーザの視

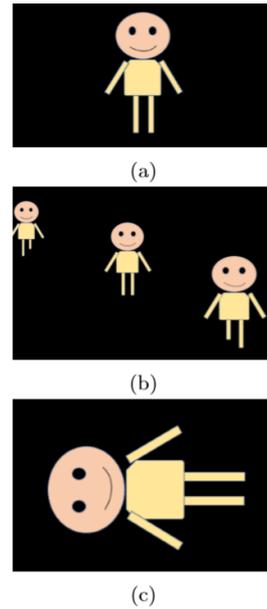


図 1: 視覚提示

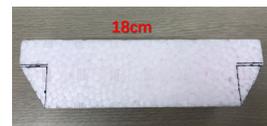


図 2: アームのボーン形状

野に入り 2) ベッドに近づくような表現をする。この際、エージェントの歩く動きを表すため、足の長さを交換的に変化させた。そして、3) エージェントがベッドに入る動きを表現するため、反時計回りに倒れるように x 軸に対し回転させた。実験の際は被験者は実際に睡眠をとるわけではないが、入眠状況を想定した実験を行うため、エージェントの背景の光量が入眠を阻害しないよう黒い背景を表示することとした。これらの一連のアニメーションの長さは 6 秒である。

3.3 触覚提示部

触覚提示では、側にいるエージェントが触っているようにユーザに感じさせるよう、布団が抱きしめたり反復接触 (patting) したりするようなシステムを下記の通り構成した。

触覚生成装置を図 2 に示す。触覚提示装置は添い寝する人の腕の動きを模すため、3つの直方体発泡プラスチックをアームのボーンとして繋ぎ構成した。ここでは、各アームのパーツの長さは 18 cm とした。アームを曲げる表現のために、立方体発泡プラスチックの両端に蝶番を用い関節として 3つのアームのパーツを繋げた。また、アームパーツの端から端へ穴を空け、そこを通る PP 紐を内部で接続し、端を腕の先端で固定するとともに、もう一方の端はサーボモータで駆動するプーリー図 3 に



図 3: プーリーによる PP 紐牽引装置



図 4: ロボットアーム（曲げ状態）

固定し、PP 紐の張力でアームを曲げる（図 4）。また、アームが自動的に元の状態になるように 2 つのアームの上部はゴム紐で固定されており、サーボモーターが戻るとゴム紐の弾性力によってアームも復元される（図 5）。アームを曲げる時間と頻度を調整することによって、抱擁や反復接触など様々な動作を表す。このアーム部分を布団に内包することで、布団にともに寝ているエージェントに布団の上から触れられるような感覚を狙った。

今回の実験における動作の試作では、1) 抱擁の動作の表現として、曲げる時間を 6 秒、回数を 1 回に設定した。また、2) 反復接触の動作の表現として、曲げる時間は 1 秒、回数を 6 回に設定した。

4. 実験

4.1 目的

寝室の環境に模すバーチャル環境における、寄り添いエージェントの睡眠誘導行動が、ユーザにどのような感覚を与えるかについて検証した。具体的には、提案システムによる、エージェントがユーザの視野内に入って近づきベッドに入る様子を示す視覚提示と、添い寝する人の腕や体を模した布団型触覚提示によって、エージェント自身に対する印象やユーザの感情に影響を与える可能性があると考えた。

4.2 仮説

H1: エージェントが接近する表現により、ユーザが親切感を感じる。

H2: 触覚生成装置の反復接触（Patting）から、ユーザが眠気を感じる。

H3: 触覚生成装置の抱擁から、ユーザが安心感、安定感、を感じる。



図 5: ロボットアーム（伸ばし状態）

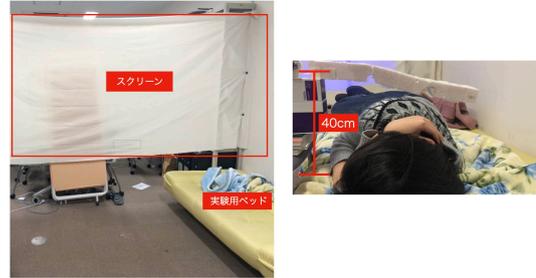


図 6: 実験環境

4.3 実験参加者

実験参加者は 20 歳から 30 歳の男性 8 名、女性 10 名の計 18 名で行った。

4.4 実験条件

本実験は、要因 A: エージェントの動き（3 水準）、要因 B: 触覚生成装置の動き（3 水準）、2 要因 9 条件の被験者内実験計画である。各要因の条件は以下の通りである。

要因 A: エージェントの動き

A1: ベッドに向かって動いて消える

A2: ベッドに向かわず消える

A3: 動かない、消えない

要因 B: 触覚生成装置の動き

B1: 被験者を軽く叩く

B2: 被験者を抱擁する

B3: なし

各条件の順序はカウンターバランスを考慮し順序交叉して実施した。

4.5 実験環境

図 6 に示すように、実験用のベッドの前に、投影用スクリーンを設置した。実験用のベッドの上にロボットアームを設置した。ロボットアームの付け根の高さはベッドから 40cm 上に設置した。また、睡眠環境を模するため、実験室内の環境光が一定になるよう、実験室内の窓は光を通さない布で遮光した。

4.6 実験手順

まず、実験を始める前に、実験参加者に対し、今回の実験は認知症高齢者介護用のエージェントシステムに関する検証実験であることや、壁に映し出されたものはエージェントであること、ベッドの上に置いている装置は触覚デバイスや聴覚デバイスであること、実験の際にエー

エージェントと初めて会う場面と想定して実験を受けること、をそれぞれ説明した。

次に、被験者には実験前に一度ベッドで横向きになってもらい、被験者の肩にロボットアームが当たるように位置を調整した。また、視覚提示が見えるように、被験者の頭はスクリーンに向くよう横に向けるよう指示した。

実験本番前に、あらかじめ実験のセッションの流れを一度練習として体験してもらった。まず実験参加者は視覚提示を見てからベッドに行き、ベッドに横になる。次に、触覚提示を行い位置の確認をした。

本番のセッション（9回分）では、実験開始の合図を行った後、実験条件に応じて、エージェントがベッド案内に応じて移動し接近する視覚提示を行い、睡眠誘導の音声提示を流しながら、条件に応じた接触を表す触覚デバイスを駆動する。実験終了の合図をした後、システムの評価を求めた。

4.7 評価項目

実験参加者は、MOS (Mean Opinion Score) 法に従い、以下の評価項目を 5 段階 (1. あてはまらない, 2. ややあてはまらない, 3. どちらでもない, 4. ややあてはまる, 5. あてはまる) で評価した。このうちに Q1 から Q4 は親切さに関する項目, Q5, Q6 は尊敬に関する項目, 感 Q7, Q8 は安心感に関する項目, Q9 から Q11 は好意に関する項目, Q12, Q13 は存在感に関する項目, Q14, Q15 は自然さに関する項目, Q16, Q17 は不快感に関する項目, Q18 は眠気に関する項目として調査した。

- Q1 エージェントから自分への親しみを感じた。
- Q2 エージェントに対し親しみを覚えた。
- Q3 エージェントは自分に優しくかった。
- Q4 エージェントに対し優しい気持ちになった。
- Q5 エージェントから尊敬, 尊重されたと感じた。
- Q6 エージェントに対して, 尊敬, 尊重する気持ちを持った。
- Q7 エージェントの動き方に安心した。
- Q8 エージェントが自分に丁寧に対応した。
- Q9 エージェントが感情を持っているように感じた。
- Q10 エージェントに好かれたと感じた。
- Q11 このエージェントに好意を持った。
- Q12 エージェントの行動に違和感を覚えた。
- Q13 エージェントを近い存在のように感じた。
- Q14 エージェントの行動は自然であると感じた。
- Q15 エージェントの行動は不自然であると感じた。
- Q16 エージェントと一緒にいることで不愉快と感じた。
- Q17 エージェントと一緒にいることで気持ち悪いと感じた。

Q18 実験前に比べてこのシステムを使うと眠気が増した。

また、SD (semantic differential) 法により、26 対の形容詞対を設定した。形容詞は井上ら [21] の研究より、感情, 知覚, 人格と生理に関して使用されることの多い形容詞対を用いた。実験参加者が今回の体験で抱いたイメージに対して、26 対の形容詞対に対して 5 段階評価で回答させた。

4.8 実験結果

4.8.1 分散分析

まず、18 個の評価項目に対する会とうちの平均と標準偏差を図 7 に示すとともに分散分析の結果を表 1 に示す。

まず、要因 A の視覚提示において、Q1-Q6, Q9, Q13 については A1(ベッドに向かって動いて消える), A2(ベッドに向かわず消える) > A3(動かず消えない) という結果となり、親切さ, 尊敬, 好意や存在感に関わる評価項目では、ベッドに向かうか向かわないかにかかわらずユーザのベッドへの移動前に消えるような視覚提示が望ましいと考えられる。また、Q10 については A1 > A2 という結果となり、好意に関わる評価項目ではユーザに接近することが重要である。Q17 について A1 > A3 という結果となり、不快感に関わる評価項目はベッドに向かって動いて消える視覚提示が不快ももたらす可能性も示された。

次に、要因 B に関する結果として、Q1-Q3, Q6 については B1 > B2 > B3 という結果となり、特に親切さや尊敬に関わる評価項目は軽く叩くような接触が望ましいと考えられる。また、Q4-Q5, Q7-Q11 では {B1, B2} > B3 という結果となり、親切さや尊敬, 安心感, 好意に関わる評価項目では接触があることが重要だと示された。Q13, Q18 では B1 > B3 となり、B2 に関する有意差は見られなかったものの、存在感や眠気に関わる評価には軽く叩くような接触が有効である可能性が示唆された。

また、Q2, Q5, Q7, Q13 の評価結果では、交互作用が見られた。その中で Q2 では B2 (抱擁する) の際に A1 (ベッドに向かって動いて消える) > A2 (ベッドに向かわず消える) > A3 (動かず消えない) が示された。親切さの表現において、抱擁する接触と組み合わせエージェントがベッドに向かって動く様子を示すこと、および、エージェントがユーザのベッドへの移動前に消えることが有効であることが示された。また、B3 (触覚なし) の際に A1 > A3 > A2 が示され、ベッドに向かっていることが示されないで消え接触もなければ、親切さは示しにくいことがわかる。A2 および A3 の際に、B1 (被験者に軽く叩く) > B2 (抱擁する) > B3 (触覚なし) が示され、動かず消えない際にも軽く叩くような接触が有効で、触覚があること自体も有効であることが示された。Q5 では

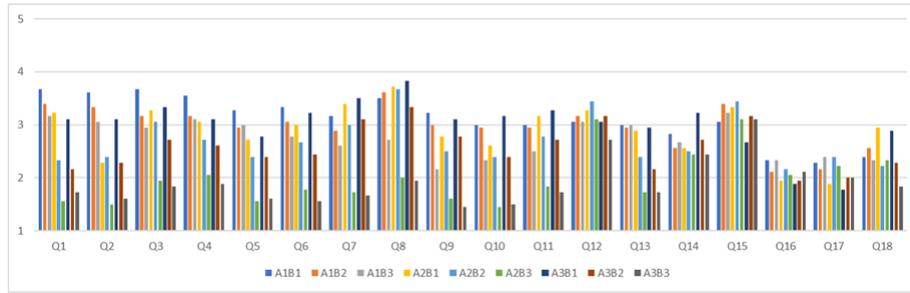


図 7: 質問項目の MOS

表 1: MOS の分散分析表

	FactorA		FactorB		FactorAB		多重比較		交互作用の単純主効果
	F	P	F	P	F	P	A	B	
Q1	15.804	0.000*	13.322	0.000*	2.443	0.055	{1,2}>3	1>2>3	-
Q2	14.067	0.000*	15.031	0.000*	3.173	0.019 *	{1,2}>3	1>2>3	A1>A2>A3(b2),A1>A3>A2(b3),B1>B2>B3(a2),B1>B2>B3(a3)
Q3	3.966	0.028 *	15.525	0.000*	1.422	0.235	{1,2}>3	1>2>3	-
Q4	7.121	0.002*	8.107	0.001*	1.256	0.296	{1,2}>3	{1,2}>3	-
Q5	13.179	0.000*	9.787	0.000*	2.580	0.045 *	{1,2}>3	{1,2}>3	A1>A3>A2(b3),B1>B2>B3(a2),B1>B2>B3(a3)
Q6	6.347	0.004*	13.138	0.000*	1.807	0.138	{1,2}>3	1>2>3	-
Q7	0.451	0.641	14.114	0.000*	2.779	0.034 *	-	{1,2}>3	A1>A2>A3(b3),B1>B2>B3(a2),B1>B2>B3(a3)
Q8	0.853	0.435	21.025	0.000*	1.959	0.111	-	{1,2}>3	-
Q9	3.365	0.046 *	11.856	0.000*	0.663	0.620	{1,2}>3	{1,2}>3	-
Q10	3.981	0.028 *	18.734	0.000*	1.418	0.237	1>2	{1,2}>3	-
Q11	1.065	0.356	11.488	0.000*	2.069	0.095	-	{1,2}>3	-
Q12	1.303	0.285	0.536	0.590	0.203	0.936	-	-	-
Q13	6.121	0.005*	9.356	0.000**	2.720	0.037 *	{1,2}>3	1>3	A1>A2,A3(b3),B1>B2>B3(a2),B1>B2>B3(a3)
Q14	1.171	0.322	1.219	0.308	0.583	0.676	-	-	-
Q15	1.808	0.179	0.685	0.510	0.582	0.677	-	-	-
Q16	1.257	0.297	0.232	0.794	0.470	0.758	-	-	-
Q17	4.509	0.018*	1.086	0.348	0.600	0.664	1>3	-	-
Q18	0.507	0.606	3.524	0.040 *	2.216	0.076	-	1>3	-

+p<0.1,*p<0.05

B3 の際に A1>A3>A2 が示され、接触がない際にも移動後に消えること、および消えること自体が尊敬に関する評価に有効であることが示された。A2 や A3 の際に、B1>B2>B3 が示され、動かず消えないエージェントにおいても軽く叩く接触、および接触自体が、尊敬に関する評価において有効であることが示された。Q7 と Q13 では、B3 の際に A1>A2>A3 が示された。安心感や存在感に関する評価は、接触がない時にも提案するアニメーションエージェントが望ましいことがわかる。また、A2 や A3 の際に B1)>B2>B3 が示され、尊敬に関する評価は、接触、特に軽く叩く接触が望ましいことがわかる。

4.8.2 因子分析

SD 法により表 2 の左列の形容詞対に、左側の形容詞を 5、右側の形容詞を 1 とした評価を求めた結果の印象評価値を元に、因子分析を行った。はじめに固有値の下限を 1 とし、反復主因子法により因子を抽出した。スクリープロットに基づいて 4 因子解を適当と判断した。再度 4 因子解を仮定した反復主因子法を実行した結果、

表 2: 因子分析

因子行列 (バリマックス回転)

	因子負荷量			
	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4
楽しいー苦しい	0.803	0.224	0.012	0.054
面白いーつまらない	0.652	0.385	0.275	0.028
愉快なー不愉快な	0.694	0.310	0.209	0.292
うれしいー悲しい	0.612	0.483	0.219	0.167
意欲的なー無気力的な	0.547	0.459	0.349	-0.311
元気なー疲れた	0.691	0.183	0.461	0.074
にぎやかなーさびしい	0.652	0.291	0.375	-0.281
幸福なー不幸な	0.783	0.174	-0.032	0.166
生き生きしたー 生氣のない	0.557	0.528	0.326	-0.205
親切なー不親切な	0.292	0.803	0.189	0.152
親しみやすいー親しみにくい	0.352	0.754	0.189	0.109
丁寧なー乱暴な	0.087	0.799	-0.173	0.228
明るいー暗い	0.440	0.599	0.332	0.011
暖かいー冷たい	0.449	0.654	0.265	0.038
積極的ー消極的	0.477	0.516	0.444	-0.274
陽気なー陰気な	0.435	0.598	0.413	-0.010
充実したー空虚な	0.562	0.599	0.225	-0.096
強いー弱い	0.130	0.123	0.781	-0.090
はげしいーおだやかな	-0.121	-0.066	0.726	-0.421
活発なー 弱々しい	0.340	0.199	0.712	-0.049
動的なー静的な	-0.010	0.384	0.526	-0.521
外交的なー 内向的な	0.269	0.323	0.633	-0.213
強気なー 弱気な	0.448	0.125	0.730	0.060
安定したー不安定した	0.343	0.327	0.289	0.634
落ち着いたーそわそわした	0.166	0.339	-0.257	0.634
理性的なー感情的な	-0.072	-0.007	-0.214	0.647

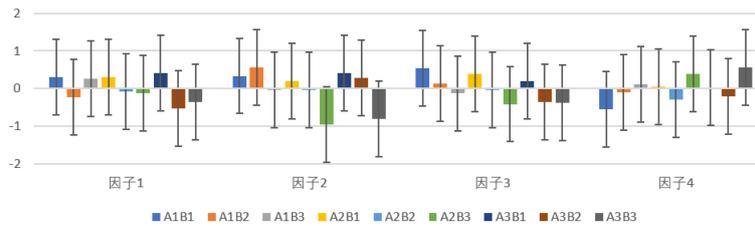


図 8: 因子得点の MOS と標準偏差

表 3: 因子得点の分散分析表

	FactorA		FactorB		FactorAB		多重比較の結果		
	F	P	F	P	F	P	FactorA	FactorB	交互作用の単純主効果
楽しさ	1.304	0.286	6.003	0.006*	0.818	0.519	-	1>{2,3}	-
親切丁寧	5.696	0.008*	7.38	0.003*	3.711	0.009*	1>2	{1,2}>3	A1>A3>{A2(b2),A2(b3)},B1>B2>B3{(a2),B3(a3)}
激しさ	3.788	0.034*	3.313	0.501+	0.476	0.753	1>3	-	-
理性的落ち着き	1.592	0.220	3.11	0.059+	1.867	0.128	-	-	-

+p<.1,*p<.05

累積説明率は 69.512% となった。バリマックス回転後の各項目の共通性と因子負荷量、また、各因子の分散の説明率を表 2 に示す。因子負荷量が絶対値 0.50 以上の項目を元に各因子を解釈した。まず、因子 1 は「楽しい」「面白い」「元気な」などから楽しさとした。因子 2 は「明るい」「積極的な」「暖かい」などから親性丁寧とした。因子 3 は「強い」「激しい」「活発な」などから激しさとした。因子 4 は「安定した」「理性的な」から理性的落ち着きとした。次に、検証の結果を参考に名付けた因子における実験条件と印象の変化を比較する。検証結果より現れた 4 つの因子を元に、下記の仮説を設定した。

H1: エージェントシステムの視覚提示によって、親切さの印象に変化がある。

H2: エージェントシステムの触覚提示によって、楽しい印象に変化がある。

H3: エージェントシステムの触覚提示によって、親切さの印象に変化がある。

H4: エージェントシステムの触覚提示によって、落ち着きの印象に変化がある。

そして、エージェントの実験参加者をベッドに誘導という視覚提示と、軽く叩いたり、抱擁するという触覚提示と、各条件の印象を比較するため、因子分析の結果から算出した標準因子得点 (図 8) に基づいて、分散分析を行った (表 3)。

分散分析の結果により、要因 A に関する結果として、第二因子は A1>A3 となり、ベッドに接近するような視覚提示が親切丁寧な様子を示すという結果から、仮説 H1 は支持された。また、第三因子は A1>A3 ととなり、ベッドに接近して消えるような視覚提示が激しさに関わることが示された。

要因 B に関する結果として、第一因子は B1>B2, B3

となり、軽く叩くような触覚提示が楽しさを表すと考えられる。したがって、仮説 H2 は支持された。また、第二因子は B1, B2>B3 となり、親切丁寧さを表すには触覚があることが重要だと考えられる。したがって、仮説 H3 は支持された。

さらに第二因子で交互作用がみられた。B2 と B3 の際に A1>A3>A2 が示され、抱擁または接触なし際にベッドに近づき消える様子を示すことの有効性が示された。A2 と A3 の際に B1>B2>B3 が示され、エージェントの移動がない時には特に接触、特に軽く叩くような接触が有効だと考えられる。

5. 考察

本研究では、エージェントと一緒に入眠するかなのような視覚提示、触覚提示によって高齢者の孤独感を減らすことを狙いとしたシステムを提案した。睡眠前にエージェントの親切さ、尊敬、安心感、安定感をユーザに伝達し、エージェントが自然な動きとユーザの眠気を高めることを狙った。本稿では、提案するエージェントが楽しさ、親切丁寧、激しさと理性的な落ち着きをユーザにもたらずかかについて検証した。

まず、評価項目の MOS 値に対する分散分析の結果により、エージェントの移動と表示消去と軽く叩く触覚の提示により、親近感、尊敬、好意、存在感や眠気をもたらす可能性が示された。つまり、睡眠前のケアとして、提案エージェントがベッドに近づき、軽く叩く接触を行うことで、エージェントから愛され、尊重され、慰められているとユーザが感じやすく、穏やかな睡眠導入を促し、結果としてケアを受け入れやすくする可能性があると考えられる。

一方、視覚提示および触覚提示ともに自然さには明ら

かな影響を与えなかった。この原因として、視覚提示のノイズを減らすためには、視覚提示のアニメーションデザインが簡易すぎたことや、触覚提示の感触や力の強さにおいても実際の感触とは異なったことが原因と考えられる。視覚提示のリアリティは裸眼立体視エージェントの実装を適用することで改善可能だが、触覚提示デバイスの各パーツやトルクなどを精緻化する必要がある。

交互作用の単純主効果の結果より、触覚提示なしの時には、ベッドに近く動きを視覚提示する方が、親切さ、尊敬、存在感を感じやすいと示された。更に、提案のアニメーション以外の時に、軽く叩く接触により親切さ、尊敬、存在感を伝達できると考えられる。よって、視覚提示か触覚提示かいずれかの提案刺激の提示が、エージェントの親切さ、尊敬、存在感を表す上で重要だと捉えられる。このことから、提案手法はユーザの精神を安定させる効果があると考えられる。

次に、因子分析の結果により、睡眠支援エージェントで楽しさ、親切丁寧、激しさ、理性的落ち着きという4つの因子がユーザに与える印象の因子として示唆された。さらにそれらの標準因子得点を用い分散分析を行った結果、エージェントの視覚提示は親切丁寧に影響を与え、触覚提示は楽しさ、親切丁寧、激しさに影響を与えると示された。

標準因子得点の分散分析の結果より、エージェントの視覚提示は、ベッドに向かって動いて消える場合に親切丁寧と激しさを印象づけることが示された。また、「軽く叩く」や「抱擁」の接触を模した触覚提示がある際に、楽しさと親切丁寧な印象を示しやすくと示された。

また、交互作用の単純主効果の結果より、提案アニメーション以外の時に、軽く叩く接触が親切丁寧という印象を与えることが示唆された。また、抱擁及び接触がない時に、エージェントが移動し消えるアニメーションが親切丁寧な印象をユーザに与えられると示唆された。よって、視覚提示か触覚提示かいずれかの提案手法の提示によって、エージェントの親切丁寧な印象をもたらす可能性がある。このことから、ユーザに親しみを感じ、慰められ、癒された印象を与えることが推測できる。入眠前のふるまいとして適切だと考えられる。

最後に、本実験におけるいくつかの問題点について述べる。設定した視覚提示の移動速度と表示時間長や、抱擁の強度、軽く叩く頻度や強度などの数値は固定して検証したが、数値の妥当性は示せていないため、最適な数値を模索したり、各数値を変容させるなど、広く検証する必要があると考えられる。

6. おわりに

本研究では、壁面投影型エージェントがベッドにユーザを誘導する視覚提示、およびベッドに入ったユーザに対する抱擁や、軽く叩く反復接触動作の接触表現提示をそれぞれ組み合わせることにより、認知症高齢者の睡眠への穏やかな導入を目指すシステムを提案した。エージェントから愛され、尊重され、慰められている感覚を得ることで、エージェントへの信頼感や安心感をもちやすくと考えた。

実験の結果、提案するベッドへの誘導アニメーションおよび接触を模する触覚提示が有効であることは確認されたが、睡眠に至る流れまでは未検証である。また触覚提示動作は自然に感じられるよう改善が必要である。

今後は、本システムを用いた睡眠支援効果の評価を行うとともに、生理計測システムを追加して、赤外線カメラや圧力センサにより得られるユーザの状態に応じて、接触（抱擁や軽く叩く動作）を行うことが必要である。また、最終的には高齢者だけでなく、子供や精神不安定なユーザへ向けた睡眠支援システムの実現を目指す。

7. 謝辞

本研究は一部科研費 19H04154, 18K11383, 19K12090, 25700021, および 2019 年関西大学研修員研修費の助成を受け実施した。

参考文献

- [1] 令和元年版高齢社会白書（全体版）<https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2019/html/zenbun/index.html>
- [2] 大杉紘徳, 村田伸, 久保温子, 他.: 30 秒椅子立ち上がりテストの成績には注意機能が関連する, 健康支援, Vol. 18, No. 1, pp. 1-6 (2014)
- [3] Tamakoshi A, Ohno Y.: Self-reported sleep duration as a predictor of all-cause mortality : results from the JACC study, Japan, *SLEEP-NEW YORK THEN WESTCHESTER-*, Vol. 27, No. 1, pp. 51-54 (2004)
- [4] Dam TTL, Ewing S, Ancoli-Israel S, et al. : Association between sleep and physical function in older men : the osteoporotic fractures in men sleep study, *Journal of the American Geriatrics Society*, Vol. 56, No. 9, pp. 1665-1673 (2008)
- [5] Tassi P, Bonnefond A, Engasser O, et al.: EEG spectral power and cognitive performance during sleep inertia : the effect of normal sleep duration

- and partial sleep deprivation, *Physiology and behavior*, Vol. 87, No. 1, pp. 177–184 (2006)
- [6] 岡村尚昌, 津田彰, 矢島潤平, 他.: 睡眠時間は主観的健康観及び精神神経免疫学的反応と関連する, 行動医学研究, Vol. 15, No. 1, pp. 33–40 (2010)
- [7] Cole MG, Dendukuri N. : Risk factors for depression among elderly community subjects : a systematic review and meta-analysis, . *Risk*, Vol. 160, No. 6 (2003)
- [8] K. M. Grewen, B. J. Anderson, S. S. Girdler, K. C. Light.: Warm partner contact is related to lower cardiovascular reactivity, *Behavioral medicine*, Vol. 29, No. 3, pp. 123–130 (2003)
- [9] S. Cohen, D. Janicki-Deverts, R. B. Turner, W. J. Doyle.: Does hugging provide stress-buffering social support? A study of susceptibility to upper respiratory infection and illness, *Psychological science*, Vol. 26, No. 2, pp. 135–147 (2015)
- [10] J. A. Bartz, J. Zaki, N. Bolger, K. N. Ochsner.: Social effects of oxytocin in humans: context and person matter, *Trends in cognitive sciences*, Vol. 15, No. 7, pp. 301–309 (2011)
- [11] J. D. Fisher, M. Rytting, R. Heslin.: Hands Touching Hands: Affective and Evaluative Effects of an Interpersonal Touch, *Sociometry*, Vol. 39, No. 4, pp. 416–421 (1976)
- [12] 吉田直人, 米澤朋子.: 呼吸・心拍・体温の非侵, 襲な計測に基づく生理現象表現ロボット介在型コミュニケーション *Human-Agent Interaction Symposium 2015*, pp. 27–32 (2015)
- [13] Yohanan, Steve, and Karon E. MacLean. : The role of affective touch in human-robot interaction: Human intent and expectations in touching the haptic creature, *International Journal of Social Robotics 4.2 (2012)*, pp. 163–180. (2012)
- [14] Tomoko Yonezawa, Hiratake Yamazoe . Analyses of Textile Pressure-map Sensor Data of a Stuffed Toy for Understanding Human Emotional Physical Contact, *In Proceedings of the 6th International Conference on Human-Agent Interaction*, D, 92(1), pp. 191–198
- [15] R. Yu, E. Hui, J. Lee, D. Poon, A. Ng, K. Sit, K. Ip, F. Yeung, M. Wong, T. Shibata.: Use of a Therapeutic, Socially Assistive Pet Robot (PARO) in Improving Mood and Stimulating Social Interaction and Communication for People With Dementia: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial, *JMIR research protocols*, Vol. 4, No. 2. (2015)
- [16] M. Shiomi, K. Nakagawa, K. Shinozawa, R. Matsumura, H. Ishiguro, N. Hagita.: “Does A Robot’s Touch Encourage Human Effort?”, *International Journal of Social Robotics*, pp. 1–11 (2016)
- [17] 米澤 朋子, 山添 大丈. : 人間とロボットの相互接触における感情理解と接触行動発現モデルの実装, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2019, 3T-D7(2019)
- [18] T. L. Chen, C.-H. A. King, A. L. Thomaz, C. C. Kemp.: An Investigation of Responses to Robot-Initiated Touch in a Nursing Context, *International Journal of Social Robotics*, Vol. 6, No. 1, pp. 17954–17958 (2007)
- [19] マンキン, 米澤朋子.: ユマニチュードエージェントのケア前マルチモーダルインタラクションに向けた基礎的検討, *Human-Agent Interaction Symposium 2018*, pp. 20–18 (2018)
- [20] Biquand, Sylvain, and Benoit Zittel.: Care giving and nursing, work conditions and humanity *Work 41.Supplement 1 (2012)*, pp. 1828–1831(2012)
- [21] 井上正明, and 小林利宣. : 日本における SD 法による研究分野とその形容詞対尺度構成の概観, *教育心理学研究 33.3 1985*, pp. 253–260(1985)