

睡眠誘導のための布団型接触エージェントの触り方の効果 に関する検証

A Study on the Effects of Touching a Blanket Type Contact Agent for Sleep Induction

張雅沢¹ * マンキン¹ 米澤朋子²
YazeZhang¹ XinWan¹ TomokoYonezawa²

¹ 関西大学大学院総合情報研究科

¹ Kansai University Graduate School of Informatics

² 関西大学総合情報学部

² Kansai University Faculty of Informatics

Abstract: 本研究では、布団型接触エージェントのユーザに対する接触表現の組み合わせを変え、シーンにあった最適な触れ方を提供していくことで、ユーザの睡眠の質を向上させ、翌日の起床後の気分や状態を改善することを目指す。本稿では特に patting と hug を用いた表現の組み合わせに着目し、実験参加者にあらかじめ緊張した気分をもたらすため計算課題を実行させた後、2種類の触れ方の組み合わせにおいてそれらの強度や順序の組み合わせにおいてどれが最もユーザを落ち着かせる効果があるかを検証する。

1 はじめに

現在、総人口に対する高齢者人口の占める割合が徐々に増加しており、厚生労働省によれば、高齢化とともに身体機能、認知機能や精神機能が低下することが見込まれている [1]。これらの機能の低下は、それぞれが相互に関係していることが明らかにされている [2]。また、近年では、健康な生活を維持し、各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が明らかになっている [3]。さらに、認知機能の低下によって、不安や抑うつ、興奮などの 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、高齢者と介護者の QOL (Quality of Life) を低下させている。そこで、高齢者の気分改善、認知機能障害や QOL を高めるためには、睡眠障害の予防とそのため精神的な安心の提供が重要だと考えた。

これまでに行われてきた高齢者睡眠に関する研究は大きく2つに分けられる。1つは、高齢者自身の睡眠の問題についての研究、もう1つは高齢者の介護従事者の睡眠についての研究である。睡眠環境の変化、周囲の騒音などの些細な刺激、日中の活動不足、基礎代謝の低下など睡眠の質に影響すること及び心理的スト

レスや睡眠を妨げる身体合併症が、高齢者の睡眠障害の主な原因であることと示された [4]。更に、高齢者の睡眠障害によって必要となる夜間の介護は、高齢者本人だけでなく介護者の睡眠にも影響をきたす。睡眠の質は、1日の介護の影響だけでなく、特に夜間の介護によって直接的な影響を受けていることが明らかになった [5]。さらに、多くの研究により、就寝前の行動が睡眠の質にプラスにもマイナスにも影響することが示されている [6][7][8]。

ここで、人とのスキンシップと睡眠について検討する。触覚提示の研究に関して、近年はアクティブな接触を行うロボットの研究が盛んになってきている。例えば、遠隔通信時にロボットを抱きしめることで双方のコミュニケーション体験が高まる研究がある [9]。また、半遠隔操作型のロボットからの身体的接触が人々の自己開示をより促す傾向が検証された [10]。

これに対して我々は、触覚（抱きしめる、触れる）により、ユーザの不安を軽減したり気分を改善する効果があることを検証してきた [11]。本稿では、特に、異なる接触方法や形状の組み合わせおよび、異なる強さでユーザに触れる布団型接触エージェントを用い、安心感の印象や眠気を評価することで、どのような触れ方の組み合わせが本研究の目的に適切であるかを検討する。これによりユーザに最適な触れ方を提供し、就寝前の不安やストレスを軽減し、翌日の気分を向上させ、夜中の中途覚醒の不安を軽減することを目指す。

*連絡先：(関西大学大学院総合情報研究科)
(〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2丁目1番1号)
E-mail: k800023.yone@kansai-u.ac.jp

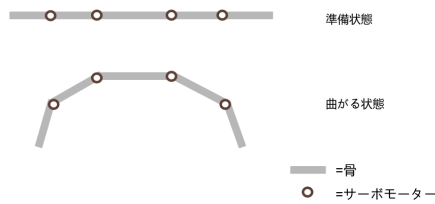


図 1: 触覚デバイスモデル



図 2: 触覚デバイス

2 提案システム

2.1 システム概要

本研究では、高齢者を想定したユーザの睡眠前後の気分を向上させることで、睡眠の質を向上させるという目的を達成するため、布団型接触型ロボットを提案する。ここではプロトタイプとして製作したユーザロボットアームについて述べる。ロボットアームは、布団に埋め込む、もしくは薄い布団の上から動作させるもので、以下の触覚システムを構成する。触覚システムではロボットアームの5つの木製ブロックが4つのサーボモータでつなぎ合わされている。人の腕のような柔らかい感触を再現するため、ブロックを発泡スチロールで包み、その外側を柔らかい綿の生地で覆っている(図3)。

このロボットアームを用いて、ユーザの胴体に対し腕の曲げ伸ばしの動作を模倣することで、抱きしめるなどの触覚機能を実現した。

2.2 触覚システム

提案手法における触覚システムは、エージェントがそばにいて触ってきている感覚として、布団がユーザを抱きしめてきたり(hug)反復接触する(patting)ことが可能なように、下記のように構成した。

触覚生成装置は図1のように5つの骨格パーツが4つのサーボモータで接続されている。触覚システムの画像を図2に示す。触覚システムは添い寝をしている人腕の動きを模倣するものとし、5つのシナ材薄板をアームのボーンとして構成した。薄板の厚さは0.2cm、両端4つの薄板の長さは10cm、真ん中の木製ブロック薄板の長さは20cmである。各薄板はサーボモータで接続されており、サーボモータの回転角度を制御すること

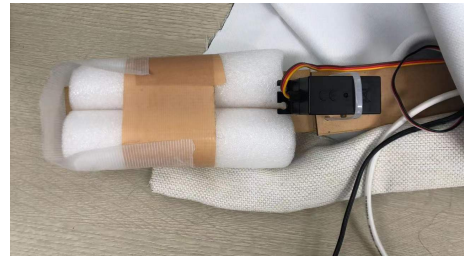


図 3: 触覚デバイスパーツ

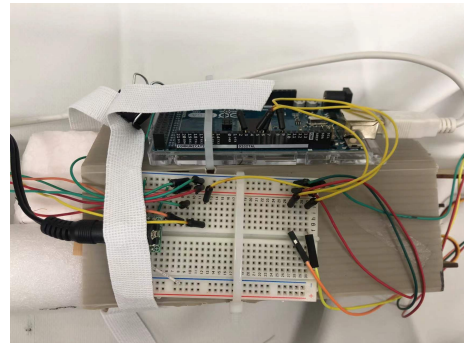


図 4: 動力部分

で、アームの曲がり具合を制御している。今回の研究では、触覚の強弱を表現するために、サーボモータの回転角度を0度-50度(強い状態)及び0度-25度(弱い状態)に設定した。0度は初期状態で、50度または25度は曲げた状態である。抱きしめる動作の表現として、曲げる動作時間や離す動作時間をそれぞれ0.5秒、曲げたままの保持時間を5秒とし、動作回数は1回とした。また反復接触の動作表現として、曲げる動作時間や離す動作時間をそれぞれ0.5秒、曲げたままの保持時間を0秒とし、動作回数を6回に設定した。

3 実験

実験参加者：実験は20歳から30歳の男性16名、女性14名の計30名を対象に行った。

実験環境：実験環境のイメージを図5に示す、実験用のベッドを設置し、実験中、被験者が影響を受けないように、カーテンで実験者と被験者を仕切った。また、睡眠環境を模倣するため、実験室内の環境光が暗くなるよう、実験室内の窓は光を通さない布で遮光した。

実験手順：まず、実験を始める前に、実験参加者に対し実験に関する説明を行った。その中で、睡眠の質に対する触覚の有効性検証実験であること、作成した触覚デバイスを用いること、睡眠環境を模した実験環境を自分の寝室を想定して実験参加を依頼すること、をそれぞれ説明した。

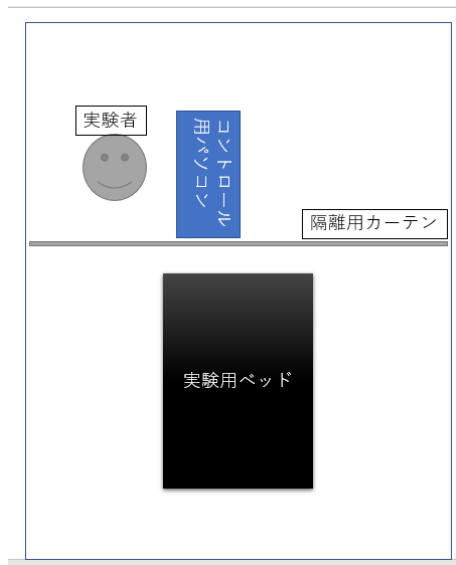


図 5: 実験環境

実験前に一度ベッドで横向きになってもらい、被験者の腹部にロボットアームの支点となる中央が当たるように位置を調整した。また、実験者が見えないように、被験者の頭はカーテンの反対側に向くように横に向けるよう指示した。次に、20秒の計算ゲーム(四則演算)をさせ、ストレスを与えた。その後、ロボットアームを正しく設置し、睡眠を想定して目を瞑ってもらい、各条件の実験刺激を与え、体験後に主観評価を求めた。

実験前の練習セッションの後、実験条件に応じて、計算ゲームで負荷をかけるなどした後、接触を表す触覚デバイスを駆動し、実験終了の合図の後に評価項目のアンケートに記入してもらった。これを実験条件数分繰り返した。

評価項目：実験参加者は、Visual Analogue Scale(VAS)法に従い0-99の100段階で以下の評価項目に当てはまるスコアを入力した。Q1は優しさ、Q2は尊敬、Q3は安心感、Q4は眠気に関する項目である。

- Q1 エージェントから優しい思いやりを示された。
- Q2 エージェントから尊敬、尊重されたと感じた。
- Q3 エージェントの動作に対して安心感を覚えた。
- Q4 エージェントを使うと眠気が上がる。

またこれに加え因子分析を実施するため、SD(semantic differential)法により、30対の形容詞対に対する評価を求めた。形容詞は井上ら[20]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多い形容詞を用いた。

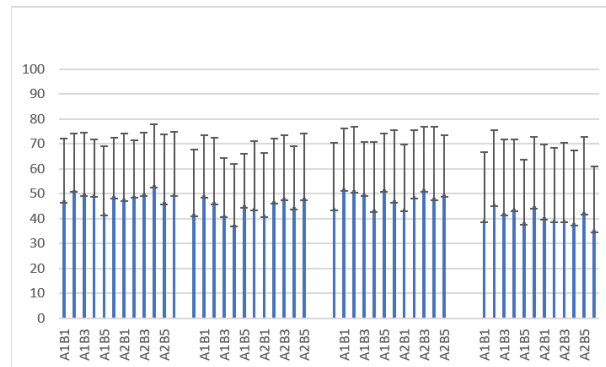


図 6: 実験 1 質問項目の平均値と標準偏差

3.1 実験 1

目的：提案するロボットアームがユーザに触れる際の触れ方の変化に伴い、どのような感情的影響をユーザに与えるのかを検証するため、本実験を行った。特に、抱擁と叩くをどの順番でどの程度反復することが望ましいかを調べるため、単一の触れ方と複数の触れ方の組み合わせを比較した。

仮説：提案システムの親切感、安心感、眠気に関して仮説を設定した。

- H1 興奮している時、叩く→抱擁→叩く触り方は安心感を高める。
- H2 興奮している時、抱擁→叩く触り方は眠気を高める。
- H3 落ち着いた時、叩く触り方は眠気を高める。
- H4 落ち着いた時、叩く→抱擁触り方は親切感を高める。

実験条件：要因 A：被験者の気分設定要因 2 水準(強い興奮・落ち着いた)、要因 B：触覚生成装置の動きパターン要因 6 水準 (B1 叩く→抱擁→叩く、B2 抱擁→叩く→抱擁、B3 叩く→抱擁、B4 抱擁→叩く、B5 抱擁、B6 叩く)の 2 要因 12 条件の被験者内実験計画を実施した。各条件の実験順序は、カウンダバランスを考慮し、ラテン方格法により決定した。

分散分析結果：まず、4 個の評価項目に対する解答値の平均と標準偏差を図 6 に示すとともに分散分析の結果を表 1 に示す。その結果、要因 A で有意差は見られないものの、要因 B で全ての評価項目に有意差が見られた。全体として B4>B6>...>B2 という結果となっており、抱擁→叩くという触れ方の評価が高く、次いで叩くのみが評価が高かった。また、抱擁→叩くのとまた抱擁すると評価が下がることがわかる。

因子分析結果：SD 法により表 2 の左列の形容詞対に、左側の形容詞を 0、右側の形容詞を 100 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

表 1: 実験 1 分散分析表

	FactorA		FactorB		FactorAB		多重比較
	F	p	F	p	F	p	
Q1	3.545	0.070	13.123	0.000*	0.563	0.728	b4>b6>b1>b3>b5>b2
Q2	0.426	0.519	11.156	0.000*	0.078	0.996	b4>b6>b3>b1>b5>b2
Q3	0.491	0.489	17.210	0.000*	0.617	0.687	b4>b6>b1>b3>b5>b2
Q4	0.081	0.778	10.754	0.000*	0.209	0.958	b4>b6>b3>b5>b1>b2

*p<0.05

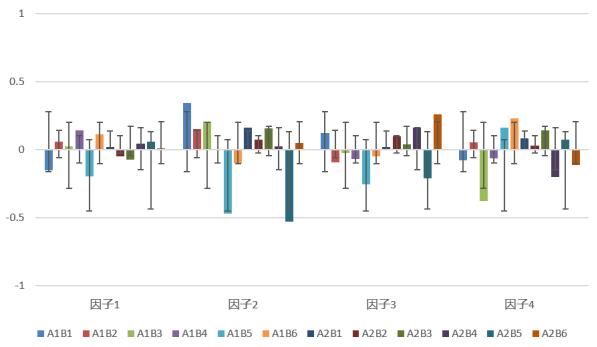


図 7: 実験 1 因子得点の平均値と標準偏差

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、累積説明率は 70.777% 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 7 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「親しみ」「丁寧な」「暖かい」などから親切丁寧とした。因子 2 は「明るい」「楽しい」「面白い」などから明活とした。因子 3 は「責任」「理性」などから理性とした。因子 4 は「元気な」から元気とした。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** 触覚提示によって、親切さの印象に変化がある。
- H2** 触覚提示によって、明活印象に変化がある。
- H3** 被験者の気分によって、理性印象に変化がある。
- H4** 被験者の気分によって、元気に関する印象に変化がある。

仮説に対して、エージェントの実験参加者の気分要因を設定したという要因 A、軽く叩く、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 で有意差は見られないものの、要因 B に対して、第一因子及び第二因子では B4>B1>... となり、抱擁→叩くという触覚提示につ

表 2: 実験 1 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
不親切な-親切な				
親しみにくい-親しみやすい	0.864	0.157	-0.052	0.091
乱暴な-丁寧な	0.887	0.208	-0.055	-0.002
暗い-明るい	0.806	-0.04	-0.2	0.259
弱い-強い	0.399	0.727	0.081	-0.082
冷たい-暖かい	0.178	0.507	0.563	0.035
消極的-積極的	0.79	0.304	0.056	-0.138
陰気な-陽気な	0.191	0.827	0.204	-0.034
おだやかな-はげしい	0.307	0.799	0.132	-0.065
苦しい-楽しい	-0.2	0.648	0.464	-0.073
つまらない-面白い	0.521	0.57	-0.08	0.28
不愉快な-愉快な	0.474	0.654	0.013	0.144
弱々しい-活発な	0.41	0.684	-0.116	0.271
静かな-動的な	0.092	0.857	0.27	-0.083
内向的な-外交的な	0.062	0.817	0.26	-0.076
悲しい-うれしい	0.223	0.82	0.185	-0.038
落ち着いた-そわそわした	0.668	0.457	-0.064	0.277
感情的な-理性的な	0.003	0.285	0.694	0.05
疲れた-元気な	0.234	-0.133	0.031	0.829
寂しい-賑やかな	0.293	0.767	0.048	0.17
弱気な-強気な	0.248	0.799	0.163	0.016
不幸な-幸福な	0.162	0.624	0.529	0.134
空虚な-充実した	0.779	0.28	0.069	0.219
無意識-意識的	0.778	0.357	0.149	0.076
感情的に安定-感情的に不安定	0.467	0.263	0.452	0.055
無責任-責任感がある	-0.16	0.043	0.788	-0.037
機械的-人間的	0.598	0.18	0.215	0.316
非倫理的-倫理的	0.767	0.126	0.169	-0.061
悪い-優しい	0.609	0.162	0.089	0.454
非友好的-友好的	0.879	0.095	-0.084	0.164

表 3: 実験 1 因子得点の分散分析表

	FactorA		FactorB		FactorAB		多重比較
	F	p	F	p	F	p	
因子 1	1.064	0.311	24.142	0.000*	1.205	0.310	b4>b1>b6>b5>b3>b2
因子 2	1.238	0.275	4.167	0.001*	2.180	0.060	b4>b1>b2>b3>b6>b5
因子 3	0.026	0.873	6.071	0.000*	0.319	0.900	b1>b3>b4>b5>b6>b2
因子 4	0.002	0.964	5.882	0.000*	0.382	0.860	b6>b1>b4>b5>b4>b2

*p<0.05

いて親切丁寧または明活が知覚されると考えられる。この結果から、仮説 H1, H2 は支持されたまた、第三因子は B1>B3>B4>B5>B6>B2 となり、叩く→抱擁→叩くという触覚提示が理性に関わることが示された。第四因子では B6>B1>B3>B5>B4>B2 となり、叩くという触覚提示は元気な印象を表すことが示された。

3.2 実験 2

目的: 提案するロボットアームによる接触手法と接触の強さが、ユーザの気分に応じてどのように感じられるかに関して検証することを目的とする。

仮説: 提案システムの親切感、安心感、眠気に関して仮説を設定した。

H1 興奮している時、強い抱擁は安心感を高める。

H2 興奮している時、弱叩くことは親切感を高める。

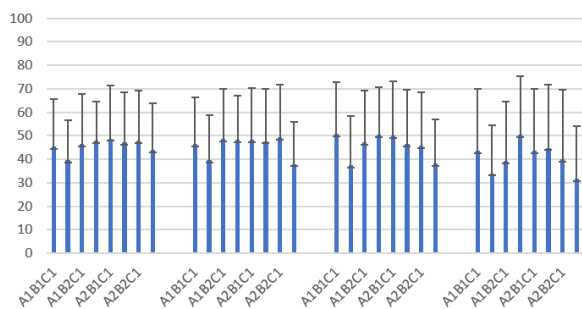


図 8: 実験 2 質問項目の平均値と標準偏差

H3 落ち着いている時、弱い抱擁は安心感を高める。

H4 落ち着いている時、弱く叩くことは眠気を高める。

実験条件: 要因 A: 被験者の気分設定要因 2 水準 (A1 強い興奮, A2 落ち着き), 要因 B: 触覚提示内容 2 水準 (B1 抱擁, B2 叩く), 要因 C: 触覚提示の強度合 2 水準 (C1 強い, C2 弱い) の 3 要因 8 条件の被験者内実験計画を実施した。各条件の実験順序は、カウンダバランスを考慮し、ラテン方格法により決定した。

分散分析結果: まず、4 個の評価項目に対する解答値の平均と標準偏差を図 8 に示すとともに分散分析の結果を表 4 に示す。

要因 B の触覚提示において、全ての質問項目 B1 (抱擁) と B2 (叩く) の間に有意差が見られた。Q1 と Q2 では、B1 (抱擁) は B2 (叩く) より有意に平均値が高いという結果となり、抱擁という触覚提示は優しい、尊敬された感覚を表出することができることが示された。Q3, Q4 について、B2 (叩く) は B1 (抱擁) より有意に平均値が高かったため、叩くという触覚提示は安定感を提供できる可能性があると考えられた。また、叩くという触覚提示は眠気を促すことに対して有効と示された。

要因 C の触覚提示の強さについて、Q4 では C1 (強い) と C2 (弱い) の間に有意差が見られた。Q4 にして、C1 (強い) は C2 (弱い) より有意に平均値が高かったことが示されたため、強い触覚提示は眠気を促すことに対して有効であることが示された。

次に、Q1, Q2, Q4 の評価結果では、交互作用が見られた。その中で Q1 では要因 A (被験者の気分設定) の条件において B2 (叩く) > B1 (抱擁) が示された。優しさの表現において、被験者は興奮状態または落ち着き状態と組み合わせて抱擁する接触が有効であることが示された。また、被験者は落ち着いている場合に B2 (叩く) > B1 (抱擁) が示された。また、A1B1 (興奮, 抱擁) 及び A2B2 (落ち着き, 叩く) の場合は C2 (弱い) > C1 (強い) が示され、被験者は興奮と抱擁または落ち着きと叩く条件において接触の強さは弱い場合、優しさを表現することができ

ることが示された。A1B2 (興奮, 叩く) 及び A2B1 (落ち着き, 抱擁) の条件において C1 (強い) > C2 (弱い) が示され、被験者は興奮と叩くまたは落ち着きと抱擁の条件において接触の強さは強い場合、優しさを表現することができること示された。Q2 について A1 (興奮) の条件において B1 (抱擁) > B2 (叩く) が示された。尊敬の表現において、被験者は興奮状態と組み合わせ抱擁する接触が有効であることが示された。また、被験者は落ち着き (A2) の条件において B2 (叩く) > B1 (抱擁) が示された。尊敬の表現において、被験者は落ち着き状態と組み合わせて叩くような接触が有効であることが示された。Q4 に関する結果として、A1 (興奮) の際に B1 (抱擁) > B2 (叩く) が示された。眠気の表現において、被験者は興奮状態と組み合わせて抱擁する接触が有効であることが示された。また、被験者は落ち着き (A2) の際に B2 (叩く) > B1 (抱擁) が示された。眠気の表現において、被験者は落ち着き状態と組み合わせ叩くような接触が有効であることが示された。要因 B (抱擁, 叩く) を提示する場合、C1 (強い) > C2 (弱い) が示された。被験者に抱擁 (B1) また叩く (B2) と組み合わせ強い触り方が有効であることが示された。

因子分析結果: SD 法により表 5 の左列の形容詞対に、左側の形容詞を 0, 右側の形容詞を 100 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、累積説明率は 73.886% 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 5 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「明るい」「面白い」「元気な」などから楽しさとした。因子 2 は「親切的な」「丁寧な」「暖かい」などから親性丁寧とした。因子 3 は「感情的に安定」「そろそろわした」などから安定とした。因子 4 は「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 触覚提示によって、エージェントが親切だと感じる。

H2 触覚提示によって、エージェントが楽しいイメージだと感じる。

H3 被験者の気分によって、エージェントが安定していると感じる。

H4 被験者の気分によって、エージェントは理性があると感じる。

そして、エージェントの実験参加者の気分設定という要因 A, 軽く叩く, 抱擁するという触覚提示と、各条

表 4: 実験 2 分散分析表

	FactorA		FactorB		FactorC		FactorAB		FactorAC		FactorBC		FactorABC		交互作用の単純主効果
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	
Q1	0.788	0.389	7.584	0.015*	0.008	0.932	10.764	0.005*	3.639	0.758	0.437	0.515	4.764	0.045*	B2>B1(a1),B2>B1(a2),C2>C1(a1b1),C2>C1(a2b2) C1>C2(a1b2),C1>C2(a2b1)
Q2	2.508	0.134	14.397	0.015*	0.412	0.531	23.871	0.000*	4.302	0.056	0.003	0.129	4.358	0.054	B1>B2(a1),B2>B1(a2)
Q3	0.279	0.605	8.741	0.015*	0.131	0.722	1.925	0.186	0.622	0.443	0.970	0.340	3.939	0.066	
Q4	1.917	0.187	4.751	0.015*	10.341	0.006*	8.297	0.011*	8.856	0.369	9.840	0.007*	0.028	0.869	B1>B2(a1),B2>B1(a2),C1>C2(b1),C1>C2(b2)

*p<0.05

表 5: 実験 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
不親切な-親切的な	0.103	0.883	-0.01	-0.006
親しみにくい-親しみやすい	0.22	0.855	-0.13	-0.089
乱暴な-丁寧な	-0.148	0.777	-0.046	0.281
暗い-明るい	0.658	0.538	-0.087	-0.089
弱い-強い	0.769	0.201	0.187	-0.076
冷たい-暖かい	0.316	0.816	0.016	0.018
消極的-積極的	0.857	0.25	-0.016	-0.012
陰気な-陽気な	0.826	0.338	0.029	0.017
おだやかな-はげしい	0.807	-0.087	0.259	-0.052
苦しい-楽しい	0.552	0.559	0.107	0.349
つまらない-面白い	0.601	0.522	0.062	0.208
不愉快な-愉快的な	0.64	0.448	-0.021	0.281
弱々しい-活発な	0.904	0.086	0.119	0.077
静的な-動的な	0.882	0.074	0.115	0.04
内向的な-外交的な	0.869	0.169	0.015	0.102
悲しい-うれしい	0.533	0.596	0.033	0.268
落ち着いた-そわそわした	0.439	-0.075	0.746	0.089
感情的な-理性的な	0.014	0.24	-0.043	0.819
疲れた-元気な	0.814	0.268	0.033	0.167
寂しい-賑やかな	0.847	0.232	0.14	0.093
弱気な-強気な	0.853	0.179	0.221	-0.014
不幸な-幸福な	0.378	0.726	0.051	0.197
空虚な-充実した	0.452	0.733	0.029	0.139
無意識-意識的	0.425	0.491	0.377	0.063
感情的に安定-感情的に不安定	0.083	0.04	0.859	-0.043
無責任-責任感がある	0.294	0.651	0.13	0.316
機械的-人間的	0.036	0.796	0.153	0.082
非倫理的-倫理的	0.111	0.552	0.128	0.549
悪い-優しい	0.085	0.825	0.027	0.322
非友好的-友好的	0.423	0.714	-0.16	0.049

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に基づいて、分散分析を行った(図9)。

分散分析の結果により、要因 A に関する結果として、有意差が見られなかった。要因 B に関する結果として、第二因子では B1>B2 となり、抱擁という触覚提示が親切丁寧を表すと考えられる。この結果から、仮説 H1 は支持された。また、第三因子は交互作用が見られた。被験者を抱擁する (B1) 場合、C1(強い)>C2(弱い) が示された。被験者に抱擁 (B1) の条件において強い触り方が安定を表すと考えられる。また、被験者を叩く (B2) 場合、C2(弱い)>C1(強い) が示された。被験者を叩く (B2) と組み合わせた弱い触り方が安定を表すと考えられる。

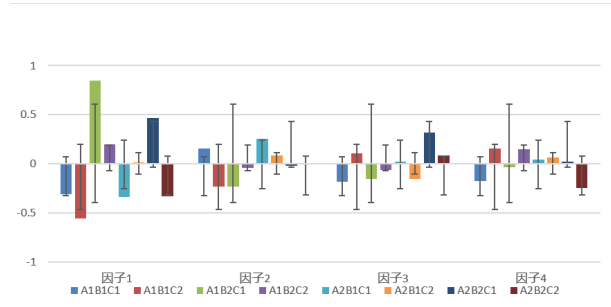


図 9: 実験 2 因子得点の平均値と標準偏差

4 考察

本稿では、ユーザに尊敬を示し、安心感と眠気を感じさせるエージェントの触り方と触る強さについて検証した。

まず、実験 1 の結果について論じる。実験 1 の分散分析の結果により、抱擁→軽く叩くという触り方が、エージェントの優しさや自分に対する尊敬の態度を感じさせ、眠気を感じさせることが有意に示された。これは、ユーザにとって適切な接触の量と順序があることが考えられ、触れ続けたり、逆に少ししか触れなかったりすることは望ましくないことがわかる。この結果により、睡眠前のケアとして、本システムで提案する触覚デバイスによる抱擁→軽く叩くという触り方が、ユーザにエージェントから愛され、尊重され、慰められている、と感じさせやすく、結果としてケアが受け入れられやすくなり、穏やかな睡眠を実現する可能性が高まると考えられる。

また、因子分析の結果について、提案エージェントがユーザに与える印象として、「親切丁寧」、「明活」、「理性」、「元気な」の 4 つの因子が存在すると示された。更に提案エージェントがユーザに与える印象として、親切丁寧、明活、理性、元気の 4 つの因子が存在すること示された。更に、それらの標準因子得点を用い分散分析を行った結果、触覚提示は親切丁寧、明活、理性、元気に影響を与えることが示された。標準因子得点の分散分析の結果により、抱擁→叩く触覚提示が親切丁寧と明活の印象を与えることが示された。叩く→抱擁→叩くという触覚提示は理性がある印象を示しやすいことが示された。抱擁という触覚提示は元気な印象

表 6: 実験 2 因子得点の分散分析表

	FactorA		FactorB		FactorC		FactorAB		FactorAC		FactorBC		FactorABC		交互作用の単純主効果
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	
因子 1	0.009	0.927	0.844	0.372	0.004	0.950	1.226	0.286	1.397	0.256	1.039	0.324	0.002	0.967	
因子 2	1.331	0.267	8.364	0.011*	0.004	0.951	0.429	0.522	1.702	0.212	2.591	0.128	3.196	0.094	
因子 3	0.040	0.845	1.950	0.183	1.512	0.238	4.064	0.062	0.268	0.612	6.780	0.020*	0.053	0.821	C1>C2(b1),C2>C1(b2)
因子 4	4.024	0.063	0.995	0.334	0.294	0.596	2.994	0.104	2.713	0.120	1.235	0.284	1.317	0.269	

*p<0.05

を与えやすいことが示唆された。このように触れ方の順序や遷移によって、その印象が異なることがわかった。睡眠前に落ち着かせる印象としては、元気さ以外の 3 つの因子が重要であると考えられるため、感情的な抱擁のみではなく相手を気遣う触れ方が大切であると考えられる。

次に、実験 2 の結果について述べる。まず、実験 2 の分散分析の結果により、抱擁という触り方が、ユーザはエージェントが優しく、尊敬していると感じて、叩くという触り方がユーザは安定感を感じやすく、自分が眠くなることが有意に示された。触る力が強い方が、ユーザが眠気を感じやすくなる可能性が示された。つまり、ケアの動作として、エージェントが強く抱擁したり、叩いたりすることで、ユーザがスムーズに眠ることができる可能性があると言える。ただし今回の設定における強弱度合いの範囲における結果であり、刺激が弱すぎることも強すぎることもなく、接触を適度にユーザに伝えることが重要だと考えられる。

また、実験 2 の交互作用の単純主効果の結果より、まず Q1 では要因 A のいずれの水準でも、抱擁が叩くのに比べ親切さを感じさせやすいことが示された。更にユーザの強い興奮状態に対し抱擁を示す際、もしくはユーザの落ち着いた状態に対し叩く動作を示す際、その強度は弱い方が優しい印象をもたらす一方、それ以外のユーザの状態と触り方の組み合わせでは、強度が強い方が優しい印象をもたらすなど、触り方や状況に応じて適切な強度が異なることが示唆された。Q2 から、ユーザが興奮しているときは抱擁の方が尊敬尊重を示し、ユーザが落ち着いているときは叩く触覚提示の方が尊敬尊重を示していることが示唆された。この傾向は Q4 の眠気評価にも類似しており、相手の心理状態に応じた触れ方の違いが求められることが示唆される。このように、エージェントのユマニチュード的姿勢として、優しさや尊敬尊重の姿勢を感じさせたり眠気を覚えさせるためには、ユーザの気分状態に応じた触覚提示の仕方や触れる強度を変化させ、その組み合わせの効果を考慮するべきだと考えられる。

次に、実験 2 の因子分析の結果について述べる。実験 2 では、提案エージェントがユーザに与える印象として、「楽しさ」、「親切丁寧」、「安定」、「理性」の 4 つの因子が存在すると示された。更に、それらの標準因子得点を用いた分散分析を行った結果、触覚提示は親切

丁寧がある影響を与えることが示された。標準因子得点の分散分析の結果により、抱擁という触覚提示がある際に、親切丁寧な印象を与えることが示された。

また、実験 2 の交互作用の単純主効果の結果より、抱擁の条件において、強い接触提示の方がエージェントは安定感があると与えることが示唆された。更に、叩くという触覚提示の条件において、弱い接触提示が安定という印象を与えることが示された。このことから、ユーザはエージェントに対する印象は癒されたり、安定の印象を与えることが推測できる。よって、眠前のユーザに、エージェントのふるまいが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。設定した接触の組み合わせ方式、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。

5 おわりに

本研究では、布団型接触エージェントが睡眠前にユーザに優しく触れることでユーザの睡眠の質を向上させ、翌日の起床後の気分や状態を改善することを狙いとしましたシステムを提案した。

提案する布団型接触エージェントの接触ユニットがユーザに対する接触表現の組み合わせを変え、シーンにあった最適な触れ方があるか、エージェントの親切さ、尊敬的態度、安定感の印象やユーザの眠気に影響を与えるかを検証した。その結果、抱擁→叩くパターンでの接触が安心感や眠気などを高める可能性が示されたとともに、叩く触れ方が睡眠時に有効であることや適切な強度で触れることが眠気に影響を及ぼすことも示唆された。

今後、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、ユーザの状態により適切な接触時間、速度、接触方法を見つけることを目指す。また、就寝前の会話エージェントの追加を検討している。エージェントがユーザに対して日常会話を発話することで、ユーザの認知機能を訓練し、認知症の予防が期待される。なお、ユーザの睡眠環境（ベッドと布団の温度や室温、室内の光の量など）を計測し、システム挙動を制御すべ

く、モニタセンサーの追加を検討している。最終的には高齢者だけでなく、様々な対象で活用できる睡眠支援システムの実現を目指す。

謝辞

本研究は一部科研費 18K11383 の助成を受け実施したものである。

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, et al. 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 = *Japanese journal of health promotion*, 2014, 16.1: 1-6.
- [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-*, 27.1 (2004):51-54
- [4] 三島和夫. 高齢者の睡眠と睡眠障害. *J. Natl. Inst. Public Health*, 2015, 64.1: 28.
- [5] 廣瀬圭子. 夜間介護が家族介護者の睡眠の質に与える影響. 介護福祉学, 2010, 17.1: 46-54.
- [6] Higuchi, S., Motohashi, Y., Liu, Y., Ahara, M., Kaneko, Y.. Effects of VDT tasks with a bright display at night on melatonin, core temperature, heart rate, and sleepiness. *Journal of Applied Physiology*, 2003, 94.5: 1773-1776.
- [7] 高山直子; 岡崎寿美子; 中山栄純. 施設入居高齢者に対する就寝前の足浴導入が睡眠に及ぼす効果について. 日本看護技術学会誌, 2007, 6.1: 48-53.
- [8] 北堂真子. 良質な睡眠のための環境づくり-就寝前のリラクゼーションと光の活用. バイオメカニズム学会誌, 2005, 29.4: 194-198.
- [9] 中西惇也, 桑村海光, 港隆史, 西尾修一, 石黒浩. 人型対話メディアにおける抱擁から生まれる好意. 電子情報通信学会論文誌, A, 2016, 99.1: 36-44.
- [10] 塩見昌裕, 中田彩, 神原誠之, 萩田紀博. ロボットとの身体的接触は自己開示を促すか. 人工知能学会全国大会論文集 第 31 回全国大会, 2017. p. 2N22-2N22.
- [11] 張雅沢, 米澤朋子. 視覚・触覚提示による接触存在感を用いた高齢者睡眠支援エージェントの効果. 情報処理学会関西支部支部大会講演論文集, 2020
- [12] Sumioka, H., Nishio, S., Okamoto, E., Ishiguro, H. Doppel teleoperation system: Isolation of physical traits and intelligence for personality study. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 2012.
- [13] Nakanishi, J., Sumioka, H., Shiomi, M., Nakamichi, D., Sakai, K., Ishiguro, H. Huggable communication medium encourages listening to others. In *Proceedings of the second international conference on human-agent interaction*, 2014. p. 249-252.
- [14] Le Bihan, G., Lenay, C., Tixier, M., Mara, J. Touch through: experiencing remote touch across different modalities. *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 2013. p. 1629-1634.
- [15] 岡村尚昌, 津田彰, 矢島潤平, 堀内聡, 松石豊次郎. 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, 2010, 15.1: 33-40.
- [16] Hattori, R., Fujii, F., Morikawa, O. Validation of virtual hug effect under presentation of body contact pressure and HyperMirror image of a hug. *2021 IEEE International Conference on Mechatronics (ICM)*, 2021. p. 1-6.
- [17] Cohen, S., Janicki-Deverts, D., Turner, R. B., Doyle, W. J. Does hugging provide stress-buffering social support? *Psychological science*, 2015, 26.2: 135-147.
- [18] 佐藤鈴子; 菅田勝也; 阿南みと子. 在宅高齢者の夜間介護を行う中高年女性家族介護者の睡眠. 日本看護科学会誌, 2000, 20.3: 40-49.
- [19] JAKUBIAK, Brittany K.; FEENEY, Brooke C. Keep in touch: The effects of imagined touch support on stress and exploration. *Journal of Experimental Social Psychology*, 2016, 65: 59-67.
- [20] 井上正明; 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, 1985, 33.3: 253-260.