

擬似的な身体接触と  
情動への影響に関する研究

神奈川工科大学大学院工学研究科  
情報工学専攻 博士学位論文  
谷中 俊介

## 内容梗概

本研究の目指すところは、他者の存在感によって、情動面において安らかでいられる生活環境を実現することにある。これを最終的な目標として掲げたうえで、工学的システムを介し、ユーザへの擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証することを、本稿の目的とする。そして本研究では、身体接触の相手がたとえ不特定な人物であっても、恐怖や不安の情動が軽減しうることに着目し、擬似的な身体接触の相手がユーザにとって不特定な人物であった場合の検証を行う。そしてこの研究目的の遂行に臨む意図は、工学的システムによって人間の代替とすることを実現させ、人間でなくとも良しとするものではない。人と人が一緒にいることの、さらには友人や恋人や家族など親密な関係にある特定の人物に限らず、たとえ不特定な人物であったとしても、人と人が一緒にいることによるポジティブな効果を主張し、それを促すことである。

恐怖や不安の情動は、人間が生きてゆくうえで切り離せない事柄である。恐怖や不安の情動が心身への弊害をもたらすことに対し、恐怖や不安を軽減する手法として身体接触があげられる。しかし、未婚率の上昇や単独世帯の増加、独身者における異性との交際状況にて「交際相手なし」の割合の増加など、社会的な変化により、日常生活で身体接触を行うことはより困難な状況にある。この問題に対し、人間同士に限らず動物を用いるアニマル・セラピーでも、心理的効果は期待できるが、同時にペットロスにより医師の介入が必要なほど深刻な精神疾患を引き起こすというジレンマが問題としてあげられる。そこで本研究では、工学的システムを用いて生物の、引いては人間の代替物とし、ユーザに擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証を行う。さらに、身体接触をする相手は、親しい友人や恋人や家族など特定の人物に限らず、不特定な人物との身体接触であっても、恐怖や不安を軽減し得ることから、本研究での工学的システムを介して身体接触を行う相手が、ユーザにとって不特定であった場合における情動への影響を検証し明らかにする。

本稿は 5 章から構成され、その内容は次の通りである。まず、第 1 章で序論として研究の背景と目的について述べる。

第 2 章では、工学的システムを介し、ユーザへの擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証することが目的である本研究に対し、本研究で扱う生理情報の選定を行った。その際に、本研究で扱う不安の情動が、社会的問題となっている睡眠不足と密接な関係にあることにも着目し、第 2 章では抱き枕型システム“ZZZoo Pillows”の開発を行った。抱き枕型システムは、抱き枕

に内蔵した風船に空気を送り込むことで、呼吸する人間の胸部のように膨張と収縮を行い、抱き枕内に温水を循環させることで、人と添い寝しているような温もりを提示する。また、重ねたゴムシートの中に空気を流し振動させることで、いびきのような音を発生させる。呼吸、体温、いびき、これら 3 つの生理情報に対する不安の軽減効果を検証し、その結果から、本研究で扱う恐怖や不安の軽減が期待できる生理情報の選定を行った。実験 1 では、心理学的指標として STAI 状態不安尺度を用いた。結果として、仰臥位群と無提示群における抱き枕の有無に対し、有意な差は見られなかった。また、無提示群と体温提示群における、温水の循環による体温提示の有無に対し、有意な差は見られなかった。しかし、仰臥位群と体温提示群においては、体温提示群の得点は有意に高くなり、不安に及ぼす影響として、不安を上昇させることが確認された。これは、抱き枕型システムに対する慣れ親しみと、温水の循環を用いた体温提示に伴う、重量増加の影響が考えられる。また、体温提示群に対し、抱き枕を用いる無提示群や、デバイスによる提示を行ういびき提示群や全提示群とは有意な差が見られなかった。しかし、呼吸提示群とは有意な差がみられ、呼吸提示群の得点は有意に低くなった。これは、体温提示に伴う重量増加の差異に加え、呼吸の提示により安心感を抱き、得点が低くなった可能性があげられる。このことから、抱き枕型システムが有する呼吸、体温、いびきの各提示内容において、呼吸の提示に対し不安軽減の可能性が見られた。

第 3 章では、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響を排除したうえで、擬似的な呼吸提示を用いた身体接触によって恐怖や不安が軽減されるか調査を行った。まず、人間を代替する工学的システムに対し、第 2 章における実験 1 の結果より、扱う生理情報を呼吸とした。そしてシステムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響を可能な限り排除するために、人間の胴体部分だけを作成し、さらに日本人のライフスタイルの観点から椅子型システム“Breath Chair”を開発した。さらに加えて、触覚の観点と視覚の観点から、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響を可能な限り排除するために、呼吸の提示を行う部位が背中であることの妥当性を述べた。椅子型システムは、密閉したウレタンスポンジを椅子の背もたれに内蔵している。ウレタンスポンジに対し、真空圧で圧縮および非圧縮を繰り返し行い、その体積変化によって、人間の呼吸時における胸郭の動きを擬似的に提示する。これにより身体接触しているかのような感覚を与え、恐怖や不安の軽減を狙う。椅子型システムを用いて、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響を排除したうえで、擬似的な呼吸提示を用いた身体接触によって恐怖や不安が軽減されるか明らかにすることを目的とした実験 2 を行った。心理学的指標として STAI 状態不安尺度を、生理学的指標として指尖表面皮膚温を用いた。「もう一人の被験者」という虚偽情報を完全に、もしくは半信半疑ながらも信じていた被験者において、呼吸提示の有無により、STAI 状態不安尺度において得点に減少傾向が見られ、指尖表面皮膚温においても有意な差が見られた。しかし、この実験 2 では、実験前に全ての被験者に対し、

呼吸時における胸郭の動きとして認識させることを目的とした虚偽情報を教示している。そのため実験 2 では、人間の呼吸と認識した場合と人間としての認識を一切持たなかった場合を完全に切り分けることはできない。このことから、実験 2 によって、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響の排除したうえで、呼吸を模した動きを提示することによって恐怖や不安が軽減されることが明らかとなった。この呼吸を模した動きとは、システムが提示する動きを、擬似的な身体接触として認識した結果なのか、単純な物理的動作として認識したうえでの結果なのか、判別できないことを指す。

第 4 章では、第 3 章で開発した椅子型のシステム **Breath Chair** を引き続き用いた実験を行うことで、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響の排除し、加えてシステムの提示内容に対するユーザの認識による影響と、身体接触の対象に対するユーザの認識による影響を考慮したうえで、擬似的な呼吸の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証を行った。身体接触によって恐怖や不安が軽減されるだけでなく、身体接触をする相手は、親しい友人や恋人や家族など特定の人物に限らず、不特定の人物との身体接触であっても、恐怖や不安を軽減すると考えられる。このことを踏まえ、第 4 章では、擬似的な呼吸提示とそれによる身体接触を行う相手が、被験者にとって不特定であったとしても、恐怖や不安は軽減するののかも含めて検証を行い、その第 3 章と第 4 章における大きな性質の違いを述べた。実験 3 を行うにあたり、椅子型システムの呼吸提示に対し、被験者が人の呼吸時の胸郭の動きと認識した結果によるものか、ただの物理的な運動として認識した結果によるものかを判別しなければならない。そこでこの実験 3 では、同一の実験であり被験者への教示内容だけが異なる実験 3-1 と実験 3-2 を行った。実験 3-1 は、**Breath Chair** の呼吸提示を、ただの物理的な運動とそれによる外部刺激として扱った。実験 3-2 は、**Breath Chair** の呼吸提示を、遠隔地にいる人物の呼吸をリアルタイムにセンシングし再現した呼吸として扱った。実験 3-1 および実験 3-2 における STAI 状態不安尺度、指尖表面皮膚温、口頭調査の結果を総合し、椅子型システムによる擬似的な呼吸提示を用いた身体接触によって、恐怖や不安の情動が軽減されたことが示唆された。また、擬似的な身体接触の相手は親しい間柄にある特定の人物に限らず、不特定の人物であっても恐怖や不安を軽減する可能性があげられた。

第 5 章では、本稿の成果を総括し、結論を述べる。

# 目次

1. 序論 .....	1
1.1. 研究の背景 .....	2
1.2. 関連研究 .....	6
1.2.1. 感情の分類 .....	6
1.2.2. アニマル・セラピー：動物による代替 .....	7
1.2.3. ロボット・セラピー：工学的システムによる生物の代替 .....	9
1.2.4. Tele-Existence における存在感の伝達 .....	10
1.2.5. 外形や質感や仕草がシステムに対するユーザの印象や相互作用に及ぼす影響 .....	12
1.2.6. 生理情報による情動伝達 .....	14
1.2.7. 生理情報の提示や評価 .....	16
1.3. 研究目的 .....	18
1.4. 本研究で扱う評価指標 .....	20
1.4.1. 心理学的指標：State-Trait Anxiety Inventory .....	21
1.4.2. 生理学的指標：指尖表面皮膚温 .....	24
1.5. 本論文の構成 .....	24
2. 擬似的な生理情報を提示する抱き枕型システムと 本研究で扱う生理情報の選定 ..	28
2.1. 緒言 .....	28
2.2. 抱き枕型システムで扱う生理情報 .....	31
2.3. システム構成 .....	34
2.3.1. 呼吸デバイス .....	36
2.3.2. 体温デバイス .....	37
2.3.3. いびきデバイス .....	38
2.3.4. 抱き枕の外形 .....	41
2.4. 実験 1：本研究で扱う生理情報の選定 .....	44
2.4.1. 対象 .....	45
2.4.2. 負荷刺激 .....	46
2.4.3. 実験手順 .....	47
2.4.4. 分析方法 .....	48
2.4.5. 仮説と予測 .....	48
2.4.6. 結果 .....	48
2.4.7. 考察 .....	50
2.5. 結言 .....	54

3.	擬似的な呼吸提示をする椅子型システムと 外形と質感による影響を排除した検証..	57
3.1.	緒言 .....	57
3.2.	システム構成 .....	60
3.3.	実験 2 : 外形と質感による影響を排除した検証 .....	62
3.3.1.	対象.....	63
3.3.2.	不安や恐怖の情動を喚起させる刺激 .....	64
3.3.3.	虚偽情報の教示 .....	65
3.3.4.	実験の手順.....	65
3.3.5.	分析方法 .....	66
3.3.6.	仮説と予測.....	67
3.3.7.	結果.....	67
3.3.8.	考察.....	69
3.4.	結言 .....	70
4.	提示内容と身体接触への認識を考慮した 不特定の人物を想定した検証 .....	73
4.1.	緒言 .....	73
4.2.	実験 3 : 提示内容と身体接触への認識を考慮し不特定の人物を想定した検証....	74
4.2.1.	対象と実験環境 .....	75
4.2.2.	Breath Chair による提示内容.....	75
4.2.3.	恐怖や不安の情動を喚起させる刺激 .....	76
4.2.4.	実験の手順.....	76
4.2.5.	分析方法 .....	77
4.2.6.	仮説と予測.....	78
4.3.	実験 3-1 : 外部刺激としての提示と情動への影響.....	78
4.3.1.	実験 3-1 の結果 .....	78
4.4.	実験 3-2 : 呼吸としての提示と情動への影響 .....	81
4.4.1.	実験 3-2 の結果 .....	82
4.5.	考察 .....	85
4.6.	結言 .....	87
5.	結論 .....	88
5.1.	本稿のまとめ .....	88
5.2.	検討課題.....	92
	謝辞 .....	93
	参考文献.....	94
	関連研究業績 .....	103

## 1. 序論

本研究の目指すところは、他者の存在感によって、情動面において安らかでいられる生活環境を実現することにある。これを最終的な目標として掲げたうえで、工学的システムを介し、ユーザへの擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証することを、本稿の目的とする。そして本研究では、身体接触の相手がたとえ不特定な人物であっても、恐怖や不安の情動が軽減しうることに着目し、擬似的な身体接触の相手がユーザにとって不特定な人物であった場合の検証を行う。そしてこの研究目的の遂行に臨む意図は、工学的システムによって人間の代替とすることを実現させ、人間でなくとも良しとするものではない。人と人が一緒にいることの、さらには友人や恋人や家族など親密な関係にある特定の人物に限らず、たとえ不特定な人物であったとしても、人と人が一緒にいることによるポジティブな効果を主張し、それを促すことである。

本研究を遂行するに際し、まず用いる語彙の定義をここで明示しておく。生理情報、身体接触、不特定な人物、これら3つの語彙に対し、ここで定義しておく。

まず1点目として、生理とは呼吸による胸郭の動きや、吸気・呼気に伴い発せられる音、体温、脈拍数、鼓動など、生物体が生きてることにより起きる現象である。そしてこれらの生物体が生きて在るだけで有している情報を本研究では生理情報と定義する。本研究では、生物体が生きてただ在るだけでも有するものとして生理を扱う。そこで例えば生理「情報」ではなく生理「反応」と表現してしまった場合、本研究で扱う生理が、「反応」という語彙によって、外部からの働きかけやインタラクションを前提として表れるものといった誤解を避けるため、生理情報という表現を用いる。また、特に生物体が生きて在るだけで有している「情報」であること、そして意識的か無意識的にかにかかわらず周囲への **Information** (情報、知らせること、知らされること) であり、メッセージが発せられているという意味合いを込めて、本研究では「生理反応」「生理信号」等の表現ではなく「生理情報」という表現を用いる。

次に2点目として、本研究では、他者との身体の接触を身体接触と定義する。またこれは、手によるタッチングに限定しない。たとえば抱き合う・ハグといった行為においては、

必ずしも末端の手先だけによる接触や行為ではない。また、他者に寄りかかる、もたれかかる、あるいは寄り添うといった行為は、そもそも手の接触がなくても成立する行為であることから、本研究では、手によるタッチングに限定せず、他者との身体の接触を身体接触と定義する。

3点目として、外見的特徴や実存する人物と結びつけられるような情報を与えず、人物像が把握できない対象を不特定の人物と定義する。

本研究では、工学的システムを介し、ユーザに擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証する。生物の代替物によって、実際にはその場に存在しないその生物の存在感を伝達するうえで、その生物の生理情報だけでなく、外形、表面の質感なども存在感を伝達する要素としてあげられる。しかし外形や表面の質感は生物に限らず無生物も有するものである。本研究では、外形や質感といった表層的な要素を排除し、生物としてより抽象的な要素として、無生物にはない生物固有のものとして生理情報を捉える。

### 1.1. 研究の背景

恐怖や不安の情動は、一方で、脅威に対し、身体を闘争もしくは逃走に備えさせるといった自己を防衛する機能としての一面がある。しかし他方で、恐怖や不安は、うつ病や、不安障害とも呼ばれるようになった神経症性障害を引き起こす。貝谷ら[1]は、恐怖や不安は不安障害と深く関連があり、さらにはうつ病の約4割は不安障害が先行しており、不安障害は精神障害の社会的コストの上昇に大きく関与していることを報告している。厚生労働省[2]は、平成26年における「患者調査」にて、うつ病などに対する推計患者数は11万2千人、神経性障害などに対する推計患者数は5万9千人に上ることを報告しており、これらは平成8年から増加傾向にある。また、内閣府[3]は、平成26年6月における「国民生活に関する世論調査」の結果に基づき、約67%もの日本人が日常生活の中で悩みや不安を感じていることを報告している。

恐怖や不安を軽減する手法として身体接触があげられる。身体接触によって、視床下部にてオキシトシンが分泌され、このオキシトシンには不安を抑制する働きがあると報告さ



れている。また、つがいを形成している相手と一緒にいるとき、オキシトシンが分泌され不安行動が抑制されることや、つがいを形成していなくとも、同種動物と一緒にいることで恐怖・不安行動が減少することが報告されている[4]。

動物だけでなく人においても、他者と一緒にいることや身体接触が、恐怖や不安を軽減する可能性がある。およそ 50 人の大学生を対象とした Gergen ら[5]の実験では、8 人ごとのグループに分け、恐怖を想起するかもしれない真っ暗な部屋と明るい部屋とでの人々の反応が調査された。真っ暗な部屋は、空間的な方向感覚を失い、他者との視覚的疎通も不可能な暗さである。この実験結果に対し、被験者たちは面識がなかったにもかかわらず、真っ暗な部屋では約 90%の人が意図的に他者と身体接触を行い、さらに約 50%の人は抱き合っただけでさえたことが報告されている。しかし明るい部屋においては、身体接触や抱き合うことは見られなかったと報告されている。また、この実験結果に対し、山口[6]は、不安を感じる場所で互いに触れあう習性を利用すれば、不安を癒やすこともできると述べている。さらに、身体接触によって恐怖や不安が軽減されるだけでなく、面識がなかったにもかかわらず身体接触が行われた実験結果から、身体接触をする相手は、親しい友人や恋人や家族など特定の人物に限らず、不特定の人物との身体接触であっても、恐怖や不安を軽減すると考えられる。

しかし、たとえ不特定の人物とですら身体接触によって恐怖や不安を軽減することがあったとしても、そもそも身体接触を行うには、暗闇など特殊な環境下を除き、身体接触をする者同士の親密さが深く関わっていると考えられる。Hall[7]は、対人距離を密接距離、個人距離、社会距離、公衆距離の 4 つに分類しており、コミュニケーションを行う者同士の物理的距離は、心理的距離と比例していることを述べている。このことから、身体接触は親密な関係にある特定の人物と以外では、成立し難い行為であると考えられる。

また、近年の日本国内では、親密な関係にある特定の人物との身体接触でさえ行うことが困難な環境へと変化している。ここでは、親密な関係にある人物との環境に関わる社会的変化として、まず家族に焦点を当てる。さらに、結婚するかしないかの自由度の高まりなど、結婚に対する考え方の変化、女性のライフコースの多様化を始めとする社会的変化の観点から、家族や婚姻関係に留まらず、未婚者の異性との交際状況にも焦点を当てる。

まず、家族に伴う事柄として、未婚率、平均初婚年齢、子を出生した際の母の年齢、世帯員の構成に関し述べる。2000年～2010年において、20歳～34歳では、未婚率の上昇によって配偶者や子との同居している割合が減少している[8]。厚生労働省[9]は、「平成25年版厚生労働白書－若者の意識を探る－」において、大学進学率の上昇や独身者の意識変化などを背景に、結婚する年齢が高くなる晩婚化を指摘している。日本人の平均的初婚年齢に関し、1980年においては夫が27.8歳、妻が25.2歳であったことに対し、2012年では夫が30.8歳、妻が25.2歳であり、約30年間で夫は3.0歳、妻は4.0歳、平均初婚年齢が上昇していることを述べている。さらに1950年と比較においては、夫は4.9歳、妻は6.2歳、平均初婚年齢が上昇することを述べている。また、同じく厚生労働省[9]は、「平成25年版厚生労働白書－若者の意識を探る－」において、婚外子の割合が極めて低い日本では、晩婚化に伴い晩産化も併せて進行していることを指摘している。前述の平均初婚年齢と兼ねて、1980年と2012年で比較すると、1980年の第1子出生時の母の年齢は26.4歳、第2子出生時は28.7歳、第3子出生時は30.6歳であったことに対し、2012年の第1子出生時の母の年齢は30.3歳、第2子出生時は32.1歳、第3子出生時は33.3歳へと上昇している。さらに1950年では第1子出生時の母の年齢は24.4歳、第2子出生時は26.7歳、第3子出生時は29.4歳であったことから、少子化の主な原因とされている晩婚化や晩産化は、半世紀以上にわたって進行していることが報告されている。世帯員の構成の観点では、厚生労働省[10]は、平成26年の「国民生活基礎調査」の結果に基づき、単独世帯の割合が増加していることを報告している。1986年においては単独世帯の割合は全体の18.2%であったことに対し、年々の増加によって2016年には26.9%にまで至り、全体の4分の1以上が単独世帯であることを示している。これらのことから、親密な関係のひとつである配偶者や親子での身体接触が行われる機会は減少していると考えられる。

次に、社会的環境の変化を考慮し、家族に限らず、独身者における異性との交際状況に関して述べる。異性との交際状況に関し、厚生労働省[9]は、「平成25年版厚生労働白書－若者の意識を探る－」において、交際相手のいない割合は男女ともに増加していることが指摘されている。婚約者がいる、恋人がいる、異性の友人がいることを「交際相手あり」とすると、1982年と2010年の比較において「交際相手あり」の割合は男性で26.0%、女

性で 22.1%減少している。また、逆に「交際相手なし」の割合は男性で 25.4%、女性で 21.5%増加している。さらに、2010 年における、全体に対する「交際相手なし」の割合は男性で 62.2%、女性で 51.6%と、男女ともに過半数を越えていることを述べている。

社会的変化によって、結婚に対する認識の変化や、単に婚姻関係を結んでいないだけで、身体接触し合える親密な関係自体は成立している可能性も十分に考えられる。しかし、独身者において交際相手のいない割合は男女ともに増加しており、「交際相手なし」の割合が男女ともに過半数を超えていることから、ただ婚姻関係を結んでいないだけで親密な関係自体は成立しているとは考え難い。

さらにここで、現代社会において「交際相手なし」の割合の増加を結婚と合わせて考えた際、それがどのようなことを意味するのかも留意する。厚生労働省[9]は、「平成 25 年版厚生労働白書—若者の意識を探る—」において、結婚できない理由のトップは「適当な相手にめぐりあわない」という調査結果に基づき、「適当な相手」とのめぐり合いの状況についても述べている。日本では戦後半世紀の間に結婚の仕方が大きく転換しており、戦前の 1930 年～1939 年においては 69.0%を占めていた見合い結婚は一貫して減少を続け、1965 年～1969 年に恋愛結婚と比率が逆転していることを指摘している。2005～2009 年では、恋愛結婚が 88.0%に対し、見合い結婚は 5.3%である。

このことから、近年では「交際相手なし」の割合が増加しており、そんななか他方で見合い結婚により交際相手の有無にかかわらず一変して婚姻関係や家族関係が生まれるというようなことは、起こりづらいと考えられる。

未婚率の上昇、晩婚化と晩産化、単独世帯の増加などによる家族に関する変化や、家族に限らず、独身者における異性との交際状況の変化、これらの観点から、近年の日本国内では、親密な関係にある特定の人物とでさえ、日常生活で身体接触を行うことはより困難な状況にあると言える。

そこで本研究では、工学的システムを介し、ユーザに擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証に臨む。

## 1.2. 関連研究

本節は、さらに第 1.2.1 項～第 1.2.7 項に分けられている。まず第 1.2.1 項にて、人の持つ多様な感情に対する分類と本研究で扱う情動を明確にする。また、本稿での感情に関する用語の定義を行う。次に、第 1.2.2 項では、身体接触において、より広義的にはコミュニケーションにおいて、人間同士の代替として位置づけ、動物を用いるアニマル・セラピーに関し述べる。第 1.2.3 項では、コミュニケーションにおいて、生物の代替として工学的システムを用いているロボット・セラピーに関し述べる。第 1.2.4 項では、工学的システムによって存在感の伝達を試みる Tele-Exsistence に関する事例をあげる。さらに第 1.2.5 項～第 1.2.7 項に渡り、存在感を伝達する差異に関わる要素として、外形や質感や仕草など表層的な要素と、生物としてより抽象的な要素として生理情報に分け、それぞれ述べてゆく。

これらの各項にて関連研究における問題点や、関連研究と本研究の差異も明確にする。本研究の目的に関する詳細は、本節であげる各関連研究を踏まえたうえで、続く第 1.3 節で述べる。

### 1.2.1. 感情の分類

心理学において、古くから人間の感情が生起する過程や、感情のもつ機能に対し研究がなされてきた。古典的には、多種多様な情動に対する有限個への分類として、Wundt による「感情の三次元説」や、Schlosberg による「感情の三次元モデル」があげられる[11]。Ekman[12]は、人間の基本的感情が持つ特徴として、示唆的な普遍的シグナルがあること、感情に特定のな生理状態があること、他の霊長類にも存在すること、短時間での開始、短い持続時間、自発的生起などをあげている。これらの特徴に基づき、表情認知の観点から、幸福 (happiness)、恐怖 (fear)、不快 (disgust)、怒り (anger)、悲しみ (sadness)、驚き (surprise) の、6 種類の情動に分類している。

本研究では、工学的システムを介し、ユーザへの擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証を行う。その際、心理学的指標と併せて生理学的指標を用いる。そこで、特に感情の分類において、感情と特定のな生理状態を結びつけている点、短時間での開始、短い持続時間から短い実験時間

内でも変化の観測が期待できる点から、本研究では Ekman[12]の分類に基づくこととした。また、May[13]は、不安の種類と恐怖の関係として、恐怖は明確な脅威に対する反応であり、一方で、不安は明確でなく、漠然としていて、対象のない脅威に対する反応と述べている。そこで本研究では、人の持つ多様な感情に対し、まず Ekman の分類に基づきそのうちの恐怖の情動と、さらに恐怖に類する情動として不安の情動を人の持つ情動として扱う。

本稿における、感情に関する用語（感情、情動、気分、情動特性）においては、坂上[14]の用法を参考にしている。感情（affect）とは、一般に情動（emotion）や気分（mood）、生理的な欲求を内包した、広義の概念であるとされている。坂上[14]は情動の気分の違いに対し、Ekman を例示したうえで、一般に情動は先行因および対象が明確で持続時間が短い反応であり、気分は先行因および対象が明確でなく、比較的長い反応とまとめている。さらに情動は、状態としても特性としても機能するとしたうえで、情動特性において最もよく知られる例として状態不安と特性不安の区別をあげている。

状態不安とは、不安を喚起する事象に対する一過性の状況反応であり、特性不安は不安傾向に対する人格による個人差を表し、時間的に安定かつ一貫した個人の傾向を示す[15]。

これらのことから、本研究ではまず恐怖を情動と記すことにする。次に不安に対し、May[13]の分類によると恐怖と不安の違いは驚異の対象が明確か否かによる差異であると述べている。これだけでは、坂上[14]の用法に習うならば、対象が明確でない気分が該当すると考えられる。しかし気分は比較的長い反応であること、情動は状態としても特性としても働くこと、情動特性において特に状態不安は一過性の状況反応であること、これらを踏まえて、本稿においては不安も情動と記すことにする。また、本稿にて関連研究を例示するうえで、先行研究のなかには Ekman[12]の分類とは異なる分類に基づき感情を扱っているものもある。その場合は、より広義の概念である感情（affect）の語彙を用いることとする。

### 1.2.2. アニマル・セラピー：動物による代替

アニマル・セラピーは、AAA (Animal Assisted Activities＝動物介在活動) と AAT (Animal Assisted Therapy＝動物介在療法) を包括した日本における造語である。

AAA は、対象者の生活の質の向上を目的行われるものであり、明確なプログラムや医療関係者の関わりを必ずしも必要としない。高齢者福祉施設の訪問、病院訪問の一部、教育施設への訪問がこれに相当する。AAT は、人の医療に関わる有資格者が関与し、対象者個人の治療目的に沿ったプログラムの作成と効果が必須である。世界的に、AAT と比べ AAA の実施が圧倒的に多い[16]。

アニマル・セラピーの効果として、社会的効果、身体的効果、心理的効果の 3 つの効果あげられる。社会的効果は、社会性の向上やコミュニケーションを促す効果であり、会話・発話の増加、表情の出現、他者への接触回数の増加などがあげられる。また発達面において、子どもの愛着行動の増加、情緒の安定、対人関係の容易い構築などがあげられる。身体的効果は、動物の世話に伴い運動や発語、そして動物への興味に伴い身体各部位の運動が促される効果であり、活動性の向上、身体機能の回復、血圧の正常化、生存期間の延長などがあげられる。精神的効果は、動物がいることによって自尊心や世話をしなければならぬといった責任感、自立心、安堵感、笑い等がもたらされる効果であり、抑うつ感・孤独感・絶望感・無力感の減少や、責任感・自尊心・独立心・多幸感の増加などがあげられる[16, 17]。

これらの効果から、身体接触の相手として人ではなく動物によるアニマル・セラピーでも、恐怖や不安の情動は期待できる。

しかし、アニマル・セラピーには、医療行為である AAT の場合、人獣共通の感染症、動物アレルギー、ヒトへの咬傷やひっかきなどによる傷害、医師の技術と理解を要するなどの理由から欧米諸国に比して日本では普及していない。また、AAA においては、保険適用外の治療行為であるため患者の経費負担が莫大であり、ボランティア活動に依存せざるを得ない問題があげられる[18]。また内田[16]は、1995 年ジュネーブ会議では動物と人間との関係についてのガイドラインを、1998 年プラハ会議では AAA/AAT に関するガイドラインを、2001 年リオデジャネイロ会議では動物介在教育に関するガイドラインが決議されているが、実際のところこのガイドラインに合致した AAA/AAT を行っている団体は日本に存在しないだろうと指摘している。

団体などによらず、一般家庭におけるペットとの触れ合いにおいても AAA と同種の効果

は期待できる。しかしこの場合においても、動物であり生物である以上、その効果と共にペットロスという大きな問題を同時に孕むことになる。ペットロスとは、ペットの死亡や逃走など、種々の理由によるペットの喪失のことであり、注意力の散漫、悲観的、不安、すぐにパニックに陥る、孤独感が強いなどを引き起こし、身体症状としては睡眠障害、消化器症状、食欲異常、頭痛、難聴、蕁麻疹などが知られている[19]。木村ら[20]は、ペットロスに伴う死別から、医師の介入を要するほどの精神疾患を生じる飼主の割合について、精神健康調査票 28 項目版 (GHQ28) を指標として調査を行っている。調査は、民間動物火葬施設に訪れた遺族を対象に行われ、死別直後、2 ヶ月後、4 ヶ月後に調査票への回答を求め実施されている。死別直後に配布された調査票 200 部のうち、40 部が返送され、そのうち 37 名は死後 21 日以内であった。2 ヶ月後には 30 名、4 ヶ月後には 27 名の有効回答を得ている。その結果、ペットと死別することで、2 ヶ月後で 56.7%、4 ヶ月後で 40.7% が深刻な症状を示し、医師による介入の必要性が示唆された結果を報告している。

情動へのポジティブな効果が期待されるアニマル・セラピーには、同時にペットロスにより精神疾患を引き起こすというジレンマが問題としてあげられる。

「アニマル・セラピー」という用語の使用において、動物に対する治療と誤解される可能性があること、AAA はあくまで治療目的ではないことから「セラピー」と同義ではないことから、米国のデルタ学会でも論じ否定され、AAA と呼ぶことが決められている。しかし、報告されている実験や調査結果の中には明示的に AAA と AAT が区別されていないものもあるため、本稿では日本ににおける AAA と AAT を包括した造語である「アニマル・セラピー」を用いた。

### 1.2.3. ロボット・セラピー：工学的システムによる生物の代替

ポジティブな効果がある反面、生きた動物を用いることによる問題も抱えるアニマル・セラピーに対し、動物の代わりに動物型ロボット用い、動物型ロボットと触れ合うことにより精神的な安らぎや癒やしの効果を目的とするロボット・セラピーが広まりつつある。Shibata ら[21]による、アザラシ型ロボット“Paro”を用いて小児病棟で行われた実験では、Paro を用いることで気分の改善や、両親と一緒にいない際の不安を軽減していた結果を導

き出している。伊藤ら[22]による、イヌ型福祉玩具とフェイス・スケール評価を用いて入院中の幼児を対象とした調査では、普段の遊び後と比較して福祉玩具と触れ合った後の方が、多くの児童に快の気分をもたらした結果を報告している。調査結果から、福祉玩具と触れ合うことは、苦痛やストレスを解消できる手法として活用できる可能性があると述べている。

これらのように、生物の代替物としてロボットなど工学的システムを用いることは、アニマル・セラピーにおける心理的効果に相当する、有効な手段であると考えられる。

しかし、本項であげた事例や、筆者が観測した範囲では、生物の代替として用いられているロボットは皆、外形を某かの動物に似せ、ユーザとのインタラクション性も含め動作を行う機能の実装と、それら外形や動作に対する印象やユーザの情動への影響調査ばかりである。これに対し、本研究は、生物の代替物として工学的システムを用いるとともに、生理情報に焦点を当て、その提示と効果を明らかにすることを目的としており、それが既存研究と本研究との根本的な差異である。

#### 1.2.4. Tele-Existence における存在感の伝達

Tele-Existence の分野において、ロボットを用い、人間の存在感を遠隔地に伝達させる研究が行われている。

坂本ら[23]は、存在感を「まさに、ここにいる」という強い感覚と定義し、人間の「存在感」を伝達するための遠隔操作型アンドロイド・ロボットシステムを開発している。実存する人間をモデルとし、人に酷似した外形を持つロボット“Geminoid HI-1”と遠隔操作システムを用いて、実験者と被験者が会話を行う実験を行っている。実験は、実存する人間をモデルとし酷似した外形を持つ遠隔操作型ロボットを用いた場合、ビデオ会議システムを用いた場合、電話のようにスピーカのみを用いた場合、これら 3 つの条件に分け、存在感に対する印象の評価を行っている。既存メディアである電話やテレビ電話と比較して、実存する人間をモデルとし酷似した外形を持つ遠隔操作型ロボットを用いた場合の方が、より存在感を抱くという実験結果を導き出している。

田中ら[24]は、音声情報や視覚情報を持つ従来のビデオ会議システムに対し、握手用ロ



ロボットハンドを用いた遠隔接触を付加し、ソーシャルテレプレゼンスの強化を行っている。触覚とユーザの映像の両方を提示するインターフェースを検討するうえで、ユーザとデバイスの接触動作を映像で提示する必要があるか、遠隔接触を双方向で行う必要があるかという疑問に対し、段階的に検証を実施している。検証の結果、接触感覚は遠隔接触に不可欠であり、その感覚は遠隔地間のユーザ同士で共有すべきものであるという結果を導き出している。さらに、視覚フィードバックとしての、被験者の握手動作と説明者側のロボットハンドの同期や、視覚情報としての、説明者の握手動作と被験者側のロボットハンドの同期の提示においては、その有効性が示されなかったことを報告している。

これらのことから、ユーザと同じ空間に居ない人物とのコミュニケーションにおいて、従来の電話やテレビ会議システムよりも、ロボットを用いることによって存在感の伝達が向上すると考えられる。

しかし、たとえばより人間らしいインターフェースとして、実存する人物に酷似した外形にすることは、ユーザに、ロボットをその実存する人物として感じさせる効果が期待できるが、その一方で、特定の人物に酷似していることで、そのロボットは不特定多数の人物の代替として用いることに不向きとなる問題があげられる。これはそもそも特定の人物に酷似させるという取り組みから、不特定多数が用いるインターフェースとしてではなく、あくまで酷似させたロボットによる代替効果と存在感の伝達に対し焦点が当てられたものであり、そこに大きな意義がある。特定の人物に酷似したロボットや、視覚情報を伴うテレビ会議システムへのさらなる触覚の付加といったように、**Tele-Existence** に関する研究の多くはそもそも特定の人物同士のコミュニケーションを想定した代替や検証を行っているものが大半であり、筆者が観測した範囲では、不特定な人物を想定しているものは無かった。また、山岡ら[25]は、自律的に動作するロボットを用いて、ロボットはプログラムによって動作していると被験者に教示する条件と、操作者によって操作されていると教示する条件とによる、ロボットに対する印象評価の違いを調査している。その結果として、条件の違いに関係なく、3分の2の被験者は、ロボット自身と相互作用していると感じていたことを報告している。このように、操作者や代替対象である元の人物ではなく、代替物であるロボットそのものと相互作用していると感じていた場合も、相互作用相手は眼前のロボッ

トであり、それゆえにその眼前のロボットは外見などが特定された相互作用相手であり、そこに匿名性は無いと考えられる。

これに対し、本研究の最大の特徴は、工学的システムを介して身体接触を行う相手が、ユーザにとって不特定であった場合における情動への影響を検証し明らかにする点である。

### 1.2.5. 外形や質感や仕草がシステムに対するユーザの印象や相互作用に及ぼす影響

外形に関する取り組みとして、Sumioka ら[26]や、港ら[27]は、人型ロボットを通信メディアとして用いる取り組みのなかで、人型デザインの外形の違いによる影響を調査している。通信メディアの外形を、スピーカによる音声のみ、胴体、胴体と頭、胴体と頭と両腕、胴体と頭と両腕と一本脚、胴体と頭と両腕と両脚のように、段階的に人間に近づけ、ユーザがロボットに対話相手を投影しやすいか、その違いを調査している。その結果、胴体だけではスピーカのみと有意な差が見られず人を投影しにくい、頭部が追加されれば腕や脚部がなくても十分に投影できることを述べている。

浜田ら[28]は、メンタルコミットロボット“パロ”を開発するにあたり、「身近でない動物」であることとして、アザラシの外形で開発している。それまでも犬型、アザラシ型、猫型ロボットを開発しており、アザラシ型と猫型についてそれぞれ主観評価を行っている。その結果として、アザラシ型および猫型共に高い評価を得たものの、猫型ロボットにおいては、相互作用の後に、本物の猫のイメージとの比較によって、触り心地や反応の違いに関して厳しく評価されたことを報告している。一方で、アザラシ型においては、本物のアザラシのことを詳細に知っている者がほとんどおらず、相互作用の前後では、評価が高くなる一方であり、本物のアザラシと比較されることがほとんどなかったことを報告している。

質感やそれ伴う素材に関する取り組みとして、ロボットやぬいぐるみの素材や機構に対し安全面の観点で、デバイスの破損やそれによるユーザの怪我を防止する目的から、柔らかい素材を用いた研究がある[29]。さらに高瀬ら[30]は、デバイスの破損やそれに伴う事故だけでなく、ぬいぐるみロボットにおける外見に反した硬い触り心地がユーザに違和感を生じさせ、ロボットとのインタラクションを敬遠させる要因となりかねないことから、芯

まで柔らかいぬいぐるみろぼつとを開発している。開発したぬいぐるみロボットと、腕部と頭部が稼働する IP ロボットフォンとを比較した印象評価実験では、IP ロボットフォンの外装生地になめらかなフェイクファーを用いたうえで実施している。手触りに関して、ぬいぐるみロボットがふわふわとしているのに対し、IP ロボットフォンの手触りはつつつ、すべすべしている差異がある。印象評価実験の結果、ぬいぐるみロボットの方が親しみやすさや安心感の印象が有意に高く、機械的、冷たいという印象は有意に低かったことを導き出している。さらに、感情を持つかどうか、生命があるかどうか、心が通じるかどうかという生物らしさを表す印象においては有意な差が認められなかったことから、親しみやすく、非機械的な印象を与えられても、それが生物らしさには繋がらないという結果を報告している。

仕草や動作に関する取り組みとして、田島[31]は、ペット型ロボットは産業用ロボットとは異なり、その行動や機能が人にどのような心理的影響や効果をもたらすかということが重要であるとし、孤独社会やストレス社会に対する“やすらぎや安心感を提供し、心の癒やしに繋がるロボット”をコンセプトに、猫ロボットの開発を行っている。人の感性に迫るために備えていなければならない 2 つの重要な要素として、誰もが容易に受け入れられること、自然にコミュニケーションできることをあげたうえで、身近にいる存在で見慣れていること、心地よい感触をもち触れ合える対象として猫をモデルとしている。そしてその外観や習性の観点からロボットの動作や感情生成を実装している。動物やぬいぐるみ好きの 20 歳代～60 歳代の女性 88 人を対象にユーザ評価を実施しており、インタラクション前後での印象の変化を調査している。インタラクション前での、第一印象で可愛いおよびどちらかといえば可愛いと評価した割合は 66%であったのに対し、インタラクション後では 74%が同様に解答しており、インタラクションによってユーザの 43%は印象が変化したことを報告している。

これらのようにシステムの外形、質感、仕草が、システムに対するユーザの印象や相互作用に及ぼす影響は大きいと言える。しかし本研究では、生物を代替するシステムによって、実際にはその場に存在しないその生物の存在感を伝達に取り組むにあたり、特に外形や表面の質感は生物に限らず無生物も有するものであり、外形や質感といった表層的な要

素を排除し、生物としてより抽象的な要素であり無生物にはない生物固有のものとして、生理情報に焦点を当てる。そして生理情報の伝達によってもたらされる情動への影響の調査を行う点、さらに工学的システムを介して身体接触を行う相手が、ユーザにとって不特定であった場合における情動への影響、すなわち外形、質感、仕草などの物理的観点による議論ではなくユーザとコミュニケーション相手との関係性に着目した議論である点が、本研究とこれら事例との本質的な差異である。

### 1.2.6. 生理情報による情動伝達

本項では、生理情報による情動伝達に関し述べる前に、伝達される情報の大別として、バーバル情報とノンバーバル情報について明確にしておく。黒川[32]は、コミュニケーションにおいて、発信が意識的、無意識的にかかわらず、人が読み取ることのできる情報をメッセージと定義している。さらに、「ことば」によるメッセージの伝達をバーバル、「ことば」以外でのメッセージの伝達をノンバーバルと定義している。ノンバーバル情報には、身振り手振りだけでなく、声色、肌の色、服装、くしゃみ、あくびなどが例としてあげられている。本研究で扱う生理情報はノンバーバル情報に該当する。

ノンバーバル情報は、コミュニケーションの円滑さに大きく影響すると考えられている。渡辺ら[33, 34]は、話し手の音声の ON-OFF や呼吸と、聞き手の呼吸の引き込み現象に対し、生理学的指標を用いた実験を行い、呼吸の引き込み現象が円滑なコミュニケーションに重要な役割を果たしていることを報告している。さらに成人と成人間だけでなく、乳児と母親間でも実験を行うことにより、発達初期のコミュニケーションにおいても引き込み現象が存在することを示し、ノンバーバルなインタラクションは人間生物学的に本質的なコミュニケーションであると述べている。

このように、身振り手振りだけでなく、生理的なノンバーバル情報もメッセージ性も重要視されており、生理的なノンバーバル情報の提示を扱う研究は行われている。木塚ら[35]による“ホタル通信”は、ユーザの呼吸に対し、呼気と吸気のリズムを LED とその色を変化させることで可視化している。LED の色の変化に関しては、呼吸リズムが速いと赤色になり、遅いと青い色へと階調を伴って変化する。二者間での使用が想定されており、

呼吸やその変化が有するメッセージの伝達によって、コミュニケーションの補助を行っている。予想される効果として、相手の呼吸リズムやその変化を知ること、相手の感情や意図を推測できるといった仮説を立て、評価実験を行っている。質問紙による被験者からの感想として、「光の変化が大きいとき、相手が会話の内容で何らかの感情が働いたと感じた」「相手が青色の光を発していないとき、緊張していると感じた」という結果を導き出している。

岩本ら[36]による“Lovable Couch”は、初対面の男女間におけるコミュニケーションに対し、コミュニケーション相手から寄せられている好意を判断する情報として、心拍情報に基づき LED が点灯するカウチ型システムである。コミュニケーション相手の心拍を可視化して提示することが、コミュニケーション相手から寄せられている好意を判断する要因になりえ、さらに実際の好意と心拍情報に正の相関があることを実験にて導きだしている。その結果に基づき、カウチ型システム取り付けられた LED をユーザの心拍情報に応じて点灯させることで、異性から寄せられている好意の判断とコミュニケーションを補助している。

これらのように、提示内容において、特定の感情にある状態の生理情報や、生理的变化を提示することで、良好なコミュニケーションや補助を目指す取り組みはなされている。

このように生理情報の伝達によって情動を伝えることは可能である。さらに、LED の色の変化による呼吸の表現でも効果が示されているように、システムの外形や質感といった情報の排除がされていても、情動の伝達においては豊かなコミュニケーションが実現可能であると言える。

しかし、本項であげた事例のように、先行する取り組みの多くは、生理情報の変化や、それに伴い窺い知れる情動や好意の変化に焦点を当てている。実験環境における情動の伝達や、会話など具体的なコミュニケーションを行っている場合には有効であるが、生活環境において、ただ一緒に居て同じ空間と時間を過ごすような、安静時の生理情報の提示と情動への影響に焦点を当てて行われている事例は極めて少なく、本研究の領域はそこにある。

### 1.2.7. 生理情報の提示や評価

本項では、生理情報を提示することによる情動への影響、または生理情報からユーザの情動の評価、情動が相互作用量に及ぼす影響を事例にあげるとともに、本研究の調査領域を明確にする。また、本項が生理情報の提示や、情動への影響の内容に触れることから、既に第 1.2.6 項であげた事例が本項でも該当する部分がある。しかし、第 1.2.6 項では生理情報による情動伝達により焦点を当てて述べることを目的とした項であり、本項では提示する生理情報の性質や、情動の性質の違いについて焦点をあてて述べるため、改めて項を分けた。

心理学の分野において、感情の変化と生理反応の変化の関係に対し、長きにわたって議論がなされている[11]。情報工学の分野においても感情の計測やコントロールを試みる研究は盛んに行われている。この感情の変化と生理反応の変化に対し、ユーザへの生理情報の提示という観点として、西村ら[37]は、人が好意を抱いた際の生理反応の変化を外部から促進または抑制することで、人物に対する好意を人為的に操作することを目指し、自己の心拍を触覚提示するデバイスの開発をしている。第 1.2.6 項であげた岩本ら[36]による“Lovable Couch”も、好意に伴う心拍情報の変化を視覚的に提示することで、コミュニケーション相手に好意の感情が喚起されているか否かを判断する情報として用いている。

ユーザの生理情報による感情の判定や評価の観点として、正井ら[38]による“AffectiveWear”は、眼鏡型装置による表情認識を行っている。顔の表情筋によって生じる皮膚変形によって表情を認識している。その際の表情の分類として、無表情 (Neutrality)、Ekman が提唱した 6 つの普遍的表情 (happiness, disgust, anger, surprise, fear, sadness)、驚き (surprise) と、Matsumoto が普遍的であると主張した表情 (Contempt) の 8 つに分類している。寺崎ら[39]は、日本国内において、不安など単一の感情状態を測定するための尺度は存在するが、複数の感情状態を同時に測定するための客観的な尺度は作られていないことから、多面的感情状態尺度 (Multiple Mood Scale) を作成している。この多面的感情尺度において、肯定的感情状態 (活動的快, 非活動的快, 親和の 3 尺度)、否定的感情状態 (抑鬱・不安, 敵意, 倦怠の 3 尺度)、中性的感情状態 (集中, 驚愕の 2 尺度) に分類している。

これらのように、ユーザの生理情報による感情の判定や評価の観点では、ニュートラルな状態や中性的な感情も想定されているが、生理情報の提示の観点においては、好意といった特定の感情にある状態やそれに伴う生理反応の変化ではなく、ニュートラルな状態や中性的な感情とその生理情報を扱う研究は少ない。事例としてあげた岩本ら[36]や西村ら[37]の取り組みと調査は、例えばコミュニケーションの最中、好意など特定の感情を意図的に操作し喚起させる、もしくは判断を補助し促すという点で有効である。しかし本研究の取り組みは、例えば家族が同じ部屋に居て空間を共有し、互いの存在は感じているが、会話などのコミュニケーションを行い好意や幸福や怒りなど特定の感情を喚起しているわけではない場合、謂わばただただ空間を共有しているだけでそれぞれが個別に過ごしている場合を想定している。空間を共有している者同士が、空間を共有しているからといって必ずしも絶えず会話などのコミュニケーションを行っているわけではないだろう。そして、会話などのコミュニケーションによる影響ではなく、人と人が一緒にいることの影響を調査することが本研究の目的である。

ここで、扱っている対象は生理情報でこそないものの、その取り組みが本研究のそれと近いと思われる Brave ら[40]の“inTouch”を事例にあげる。Brave ら[40]は、現在の Computer Supported Cooperative Work (CSCW) のためのシステムは、Graphical User Interface (GUI)、音声やビデオ会議システムに大きく根ざしており、そのインタラクションは視覚や聴覚的メディアに限定されていることを指摘している。そしてコミュニケーションにおいて、接触することや身体性を重要視した Tangible User Interface (TUI) として、inTouch を提案している。inTouch は、2つのデバイスから構成されており、3つの円筒形ローラがそれぞれ埋め込まれている。そして一方のデバイスでそのローラが操作され回転すると、もう一方のデバイスのローラも同期して回転する。これにより、遠隔地にいる者同士における、触覚による感情の伝達手法を提案している。そして inTouch が有する思想 (idea) として、inTouch が扱うインタラクションは指定された作業空間やコノテーションを持たない「一般的」なものであると述べている。

本研究では、さらにその「一般的」という観念を敷衍し、例えば同じ部屋に居て空間を共有し、互いの存在は感じているが、会話などのコミュニケーションすら行っていない状

態、謂わばただただ空間を共有しているだけでそれぞれが個別に過ごしている状態、会話などのコミュニケーションによる影響ではなく、人と人が一緒にいることの影響を扱う。そしてそれを生理情報によって実現する点が Brave ら[40]との差異である。

これらのことから、本研究で提示する生理情報は、特定の感情と相関関係にある生理情報ではなく、ニュートラルな状態や中性的な感情とその生理反応として、平常時の安静な状態を想定した一定な生理情報を提示する。そしてそれによる恐怖や不安の情動に対する影響や効果の検証に臨む。

### 1.3. 研究目的

本研究の目指すところは、他者の存在感によって、情動面において安らかでいられる生活環境を実現することにある。これを最終的な目標として掲げたうえで、工学的システムを介し、ユーザへの擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証することを、本稿の目的とする。

恐怖や不安の情動は、人間が生きてゆくうえで切り離せない事柄である。恐怖や不安の情動が心身への弊害をもたらすことに対し、恐怖や不安を軽減する手法として身体接触があげられる。しかし、未婚率の上昇や単独世帯の増加、独身者における異性との交際状況にて「交際相手なし」の割合の増加など、社会的な変化により、日常生活で身体接触を行うことはより困難な状況にある。この問題に対し、人間同士に限らず動物を用いるアニマル・セラピーでも、心理的効果は期待できるが、同時にペットロスにより医師の介入が必要なほど深刻な精神疾患を引き起こすというジレンマが問題としてあげられる。そこで本研究では、工学的システムを用いて生物の、引いては人間の代替物とし、ユーザに擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証を行う。さらに、身体接触をする相手は、親しい友人や恋人や家族など特定の人物に限らず、不特定の人物との身体接触であっても、恐怖や不安を軽減し得ることから、本研究での工学的システムを介して身体接触を行う相手が、ユーザにとって不特定であった場合における情動への影響を検証し明らかにする。

具体的には、人形やロボットといった人間の代替となるシステムを介し擬似的な生理情



報を提示することで、他者と身体接触しているかのような感覚を与えることによって、恐怖や不安を軽減の効果を検証する。本研究の目的を遂行するうえで、以下の3つの要素に考慮する必要がある。

- **システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響の排除**

本研究では、生物を代替するシステムによって、実際にはその場に存在しないその生物の存在感の伝達に取り組むにあたり、特に外形や表面の質感は生物に限らず無生物も有するものであり、外形や質感といった表層的な要素を排除し、生物としてより抽象的な要素であり無生物にはない生物固有のものとして、生理情報に焦点を当てる。しかし、システムの外形や質感が、システムに対するユーザの印象や相互作用に及ぼす影響は大きいと言える[26, 27, 28, 30]。そのため、検証によって求められた結果に対し、擬似的な生理情報の提示による結果なのか、システムの外形や質感による結果なのか、判別する必要がある。

そこで本研究では外形や質感といった表層的な要素の排除として、外形や質感による影響を可能な限り除去したうえで、擬似的な生理情報の提示による恐怖や不安の情動への影響を調査する。

- **システムの提示内容に対するユーザの認識**

コミュニケーションにおける人間の代替を目的として、ロボットなど工学的システムを用いたとしても、生物の代替となり得ているかはユーザの認識に大きく依存しており、外形や動作の物理的な観点からだけで論じることは難しい。例えば、擬似的な生理情報を提示するシステムとして、人間の呼吸時における胸郭の動きを模倣し、ユーザに提示したとしても、その提示内容をユーザが人の呼吸時の胸郭の動きと認識した結果によるものか、ただの物理的な運動として認識した結果によるものかを判別しなければならない。そのため、擬似的な生理情報を提示するシステムにおいて、システムの提示内容に対するユーザの認識も考慮した実験プロトコルのもと、検証を行う必要がある。

そこで本研究では、被験者に対し、擬似的な生理情報を提示するシステムの提示内容と実験目的に関し「外部刺激の提示と情動への影響の調査」と教示した場

合と、「生理情報の提示による擬似的な身体接触と情動への影響の調査」と教示した場合による、対照実験を行う。

- **身体接触の対象に対するユーザの認識**

遠隔操作ロボットを介してコミュニケーションを行った場合、ユーザが相互作用していると認識するのはロボット自身なのか、遠隔地でロボットを操作している操作者なのかという、コミュニケーションの対象に対するユーザの認識に関する議論と調査が行われている[25]。他方、恐怖や不安を軽減しうる身体接触において、身体接触をする相手は、親しい友人や恋人や家族など特定の人物に限らず、不特定な人物との身体接触であっても、恐怖や不安を軽減する可能性が期待できる。

そこで本研究では、外形の影響を可能な限り排除したシステムを用いたうえで、被験者には「実験室の隣室にはもう一人被験者がいる。そのもう一人の被験者の生理情報をリアルタイムにセンシングし、本システムを介して提示している」という虚偽情報を教示した実験を行う。これにより、特定の人物像やロボットを想定するのではなく、不特定な人物を想定した場合の、擬似的な身体接触と恐怖や不安の軽減効果について検証を行う。

これら3つの要素を考慮し、それぞれ段階的に検証することによって、システムの外形や質感がもたらす影響、システムの提示内容に対するユーザの認識による影響、身体接触の対象に対するユーザの認識による影響、これらの影響を切り分け、最終的に擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触の効果を明らかにすることが可能となる。

#### 1.4. 本研究で扱う評価指標

情動を評価し推し測るうえで、本研究では心理学的指標として State-Trait Anxiety Inventory (STAI) を、生理学的指標として指尖表面皮膚温を用いる。

情動二要因理論を唱えた Schachter ら[41]は、身体的な状態によって感情が付随するというそれまでの説に対し、様々な感情の状態に対し生理学的な差異はないことを実験によって導き出している。自身の身体的あるいは生理的变化を認知し、その生理的变化といずれ

かの感情を結びつけ分類することで、その感情が喚起されると述べている。

これに対する具体的な事例として、Duttonら[42]が行った吊り橋の実験があげられる。3つの実験により段階的に調査され、Schachterら[41]による生理的变化の認知と感情の分類に言及したうえで、恐怖や不安の情動の喚起と魅力的な異性への興奮が連結しており、置き換わった結果を報告している。

これらのことから、情動を評価し推し測る際は、生理学的観点や心理学的観点のどちらか一方だけで評価するのではなく、双方の観点から推し測り総合的に判断する必要があると考える。そのため、本研究では心理学的指標として STAI を、生理学的指標として指尖表面皮膚温を用いる。

#### 1.4.1. 心理学的指標 : State-Trait Anxiety Inventory

感情を評価する心理学的な指標として、坂上[14]は、喜び、興味、驚き、悲しみ、怒り、恐れをはじめとする 12 の感情それぞれについて尋ねる個別情動尺度 4 版 (Discreate Emotion Scale IV) を用いて実験を行っている。田中ら[43]は、「緊張—不安」「抑うつ—落ち込み」「怒り—敵意」「疲労」「活気」「混乱」の 6 尺度から、感情や気分を評価する Profile of Mood States (POMS) を用いて実験を行っている。これらのように、心理学的な指標には様々なものが存在する。また、三澤[44]は、平成 24 年の内閣府による「国民生活に関する世論調査」において、約 70%もの日本人が日常生活の中で悩みや不安を抱えている点、その悩みや不安の内容の多くが、老後の生活について、自身や家族の健康について、進学や就職や結婚についてである点に着目し、将来への展望および現在の社会生活に関する不安と健康不安との関連について調査を行っている。しかし本研究の実験では、各被験者を長期的に追跡し、日常的に感じているような恐怖や不安の変化を評価するには、実験に対する被験者への制限や拘束による負担が大きくなり、また実験外での日常生活における様々な要素がノイズとして影響することを排除するために、被験者 1 人あたりに対して短期的な実験を計画した。これらのことから、本研究での実験における心理学的な指標には、不安の情動に対し、“今まさに、どのように感じているか”を評価する状態不安と、“ふだん一般にどのように感じているか”を評価する特性不安を分けて捉え、別々に評価可能な

STAI を用いることにした。そして、短期的な反応を計測可能な STAI 状態不安尺度を用いることにした。

状態不安は、不安を喚起する事象に対する一過性の状況反応であり、“今まさに、どのように感じているか”を評価する。得点が高いほど不安を感じていることを表す。STAI 状態不安尺度は、「安心している」「ストレスを感じている」「快適である」「自信がある」など、全 20 の設問から構成されている。各設問に対し、「全くあてはまらない」「いく分あてはまる」「かなりよくあてはまる」「非常に良くあてはまる」の 4 段階で回答を行う。4 段階の回答内容に対し、1 点～4 点の得点が割り振られており、STAI 状態不安尺度は最低 20 点～最高 80 点の間に分布する。特性不安尺度は、“ふだん一般にどのように感じているか”を査定し、長期結果の指標として用いられている。状態不安尺度の利用例として、ストレスに充ちた実験手続きや歯の治療、就職面接、入学試験のような避けることのできない現実生活におけるストレスによる状態不安の査定があげられる。特性不安尺度の利用例として、内科患者、精神科患者、心身症患者の臨床的不安の査定があげられる[15]。

本稿で用いる STAI は、Spielberger らが作成した STAI をもとに、肥田野ら[15]が日本の文化における状態不安、特性不安を表現するよう新しく項目を作成し、信頼性および妥当性の検討がなされた尺度である。実際に用いた質問紙と設問を図 1.1 に示す。用いた質問紙において、4 段階の回答内容と回答番号 1～4 に対し、1 点～4 点の得点が割り振られている。しかし、回答番号 1 は 1 点というように回答番号と得点の数値は必ずしも一致せず、被験者が意図して得点を高くしたり低くしたりできないよう配慮されている。

## STAI Y-1

次の1から20までの文章を読んで、  
 たった今、あなたがどう感じているか、最もよくあてはまる箇所(番号)を  
 各項目の右の欄から選んで、○で囲んでください。  
 あまり考えこまないで、あなたの現在の気持ちを  
 一番よく表すものを選んでください。

		全くあてはまらない	いく分あてはまる	かなりよくあてはまる	非常によくあてはまる
おだやかな気持ちだ	1	1	2	3	4
安心している	2	1	2	3	4
緊張している	3	1	2	3	4
ストレスを感じている	4	1	2	3	4
気楽である	5	1	2	3	4
気が動転している	6	1	2	3	4
なにかよくないことがおこるのではないかと心配している	7	1	2	3	4
満足している	8	1	2	3	4
おびえている	9	1	2	3	4
快適である	10	1	2	3	4
自信がある	11	1	2	3	4
神経過敏になっている	12	1	2	3	4
いらいらしている	13	1	2	3	4
ためらっている	14	1	2	3	4
くつろいでいる	15	1	2	3	4
満ち足りた気分だ	16	1	2	3	4
悩みがある	17	1	2	3	4
まごついている	18	1	2	3	4
安定した気分だ	19	1	2	3	4
楽しい気分だ	20	1	2	3	4

図 1.1 STAI 状態不安尺度の質問紙

#### 1.4.2. 生理学的指標：指尖表面皮膚温

感情を評価する生理学的指標として、本研究では指尖表面皮膚温を用い、恐怖と不安の指標とする。指尖表面皮膚温は、サーミスタ温度計（NXFT15XH103FA2B）を用い、左手第2指の指尖腹側部に装着し、30秒ごとの平均値を算出した。交感神経系が興奮すると、末梢血管の収縮と血流量の減少により、末梢部の皮膚表面温度が低下する。隈元ら[45]の実験でも、痛み等の知覚レベルおよび心理的な不安が増大すると、末梢部の皮膚表面温度の低下が報告されている。指尖表面皮膚温において、温度の低下は、恐怖や不安の情動を喚起させる刺激により、血流量を支配する自律神経系の働きによって末梢血管が収縮するためと考えられる[46, 47]。また、Kistlerら[48]は、映像刺激を用いた実験から、血管の収縮と指尖表面皮膚温の低下を報告している。

身体接触によって恐怖や不安を抑制するオキシトシンが分泌されると言われている。しかしオキシトシンの計測は主に血中のオキシトシン濃度から計測する。また、自律神経系の働きに伴うストレスの指標としては、血液中、唾液中、尿中のコルチゾール濃度[49]や、唾液中のアミラーゼ濃度[50]があげられる。

しかし本研究では、採血などを行わず非侵襲である点、より簡便に計測できる点、検体採取の簡便性だけでなく経時的な変化も計測し続けられる点から、オキシトシン、コルチゾール、アミラーゼを用いるのではなく、指尖表面皮膚温を生理学的な指標として用いることとした。

### 1.5. 本論文の構成

本稿は5章から構成される。第1.3節で説明した、本研究の目的を遂行するうえで考慮すべき3つの要素は、図1.2のように分けられる。

第2章では、本研究で扱う生理情報の選定を目的とした、複数の生理情報を提示する実験1について述べる。生理情報と一言で言っても、呼吸による胸郭の動きや、吸気・呼気に伴い発せられる音、体温、脈拍数、鼓動など様々な要素がある。そこで第2章ではまず、扱う生理情報の選定を行う。具体的には、複数の生理情報を提示するシステムの開発をし、そのなかで恐怖や不安の軽減が期待できる生理情報の検討立てを行う。これに対し、本研

究で扱う不安の情動が、社会的問題となっている睡眠不足と密接な関係にあることにも着目し、第2章では抱き枕型のシステム“ZZZoo Pillows”と擬似的な身体接触としての添い寝を通して、本研究で扱う生理情報の選定に臨んだ。抱き枕型システムは、抱き枕に内蔵した風船に空気を送り込むことで、呼吸する人間の胸郭のように膨張と収縮を行い、抱き枕内に温水を循環させることで、人と添い寝しているような温もりを提示する。また、重ねたゴムシートの中に空気を流し振動させることで、いびきのような音を発生させる。呼吸、体温、いびき、これら3つの提示内容により、ユーザの不安軽減を狙う。この抱き枕型システムと心理学的指標としてSTAIを用いて、本研究で扱う生理情報の選定を目的とした、複数の生理情報を提示する実験1を行った。

第3章では、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響の排除を考慮したうえで、擬似的な生理情報の提示と恐怖や不安の軽減を目的とした実験2について述べる。人間の呼吸時における胸郭の動きを疑似的に提示することにより、身体接触しているかのような感覚を与え、恐怖や不安の軽減を目的とした椅子型のシステム“Breath Chair”を開発した。椅子型システムは、密閉したウレタンスポンジを椅子の背もたれに内蔵している。ウレタンスポンジに対し、真空圧で圧縮および非圧縮を繰り返し行い、その体積変化によって、人間の呼吸時における胸郭の動きを疑似的に提示する。これにより身体接触しているかのような感覚を与え、恐怖や不安の軽減を狙う。椅子型システムが、ユーザの恐怖や不安に及ぼす影響の調査に対し、心理学的指標としてSTAI状態不安尺度を、生理学的指標として指尖表面皮膚温を用いて実験を行った。

第4章では、第3章で開発した椅子型のシステム“Breath Chair”に対し、システムの提示内容に対するユーザの認識による影響と、身体接触の対象に対するユーザの認識による影響を考慮したうえで、擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証することを目的とした実験3-1および実験3-2について述べる。第4章での実験の目的は、擬似的な呼吸提示を用いた身体接触によって恐怖や不安が軽減されるか明らかにすること、また擬似的な身体接触を行う相手が被験者にとって不特定な人物であっても、恐怖や不安が軽減されるか否かを明らかにすることである。これらを目的とした実験を行うにあたり、椅子型システムの呼吸提示に対し、被

験者が人の呼吸時の胸郭の動きと認識した結果によるものか、ただの物理的な運動として認識した結果によるものかを判別しなければならない。そこで、同一の実験であり被験者への教示内容だけが異なる実験 3-1 と実験 3-2 を行った。実験 3-1 は、椅子型システムの提示内容に対し、ただの物理的な運動として認識した場合の検証を目的とする。被験者には、椅子型システムの提示内容と実験目的に関し「外部刺激の提示と情動への影響の調査」と教示した。実験 3-2 は、椅子型システムの提示内容に対し、呼吸として認識した場合の検証を目的とする。被験者には、椅子型システムの提示内容と実験目的に関し「呼吸の提示による擬似的な身体接触と情動への影響の調査」と教示した。実験 3-2 においては、椅子型システムの提示内容を呼吸と認識させる目的で、被験者には「実験室の隣室にはもう一人被験者がいる。そのもう一人の被験者は安静にすごしており、その呼吸をリアルタイムにセンシングし、本システムを介して、その胸郭の動きを提示している」という虚偽情報を実験前に教示した。虚偽情報に関しては、親密な関係にある特定の人物ではなく、不特定の人物との身体接触による影響を調査する目的で「もう一人の被験者」とだけ教示した。本研究の最大の特徴は、工学的システムを介して身体接触を行う相手が、ユーザにとって不特定であった場合における情動への影響を検証し明らかにする点である。この第 4 章での実験 3-1 および実験 3-2 は、第 3 章で行った実験 2 と実験手順においてはほぼ同じである。しかし、椅子型システムの提示内容に対し、ただの物理的な運動として認識した場合の実験 3-1 と、呼吸として呼吸として認識した場合の実験 3-2 として分けて行い、「もう一人の被験者」という不特定の人物との身体接触の影響の調査を行っている。これら第 4 章における第 3 章との違いを明らかにし、各実験内容と混同され誤解されることを避ける目的で、追実験としてではなく独立した章として、第 4 章を設けた。

第 5 章では、本稿の成果を総括し、結論を述べる。

なお、第 2 章は、文献[84, 85, 86, 87, 88]で公表した結果に基づき論述する。第 3 章は、文献[89, 90, 91, 92]で公表した結果に基づき論述する。第 4 章は、文献[93, 94]で公表した結果に基づき論述する。



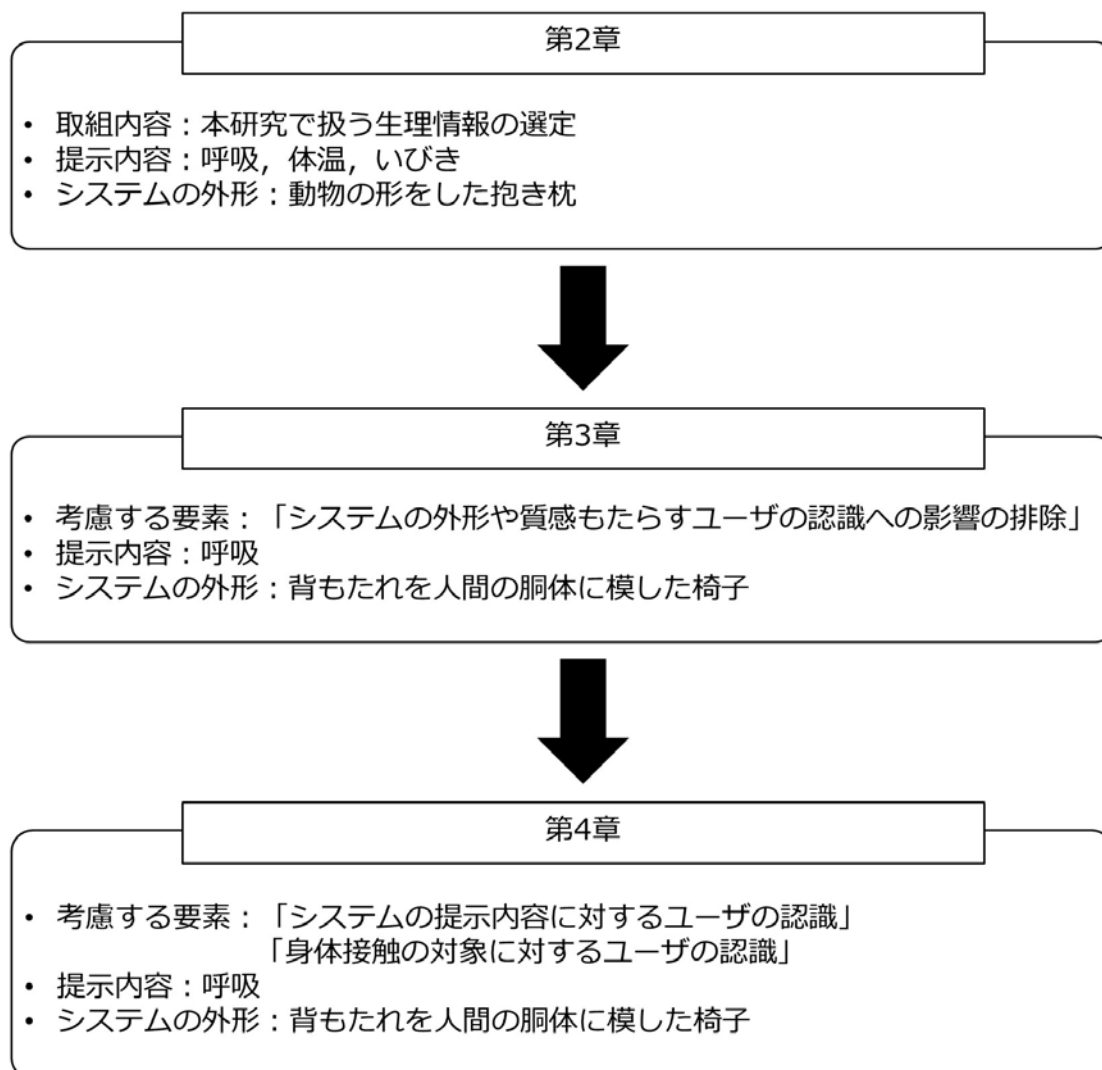


図 1.2 本稿の構成

## 2. 擬擬似的な生理情報を提示する抱き枕型システムと 本研究で扱う生理情報の選定

### 2.1. 緒言

工学的システムを介し、ユーザへの擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証することが本研究の目的である。しかし生理情報と一言で言っても、呼吸による胸郭の動きや、吸気・呼気に伴い発せられる音、体温、脈拍数、鼓動など様々な要素がある。そこで本章ではまず、本研究で扱う生理情報の選定を行う。具体的には、複数の生理情報を擬似的に提示するシステムの開発をし、そのなかで恐怖や不安の軽減が期待できる生理情報の検討立てを行う。これに対し、本研究で扱う不安の情動が、社会的問題となっている睡眠不足と密接な関係にあることにも着目し、本章では抱き枕型システムの開発を行った。そしてその抱き枕型システムを用いた擬似的な身体接触としての添い寝によって、不安の軽減に及ぼす影響を検証し、その結果から本研究で扱う生理情報の選定を行う。

睡眠は人間が生きていくうえで欠かせない行為であり、食欲、性欲に並ぶ人間の三大欲求の1つである。これに対し睡眠不足は、高血圧や糖尿病、免疫機能の低下を引き起こす要因とされている[51]。また、睡眠不足は健康を損なうだけでなく、日中の疲労、記憶力低下、集中力低下を引き起こし、二次的に心身の病、様々な事故、生産性の低下、医療費の増加をもたらすとされている[52][53]。米国における不眠症の直接的な医療コストは年間で139億ドルにのぼると推定されており、間接的なコストは年間で770億ドル～920億ドルに及ぶと推定されている[54]。労働の場における不眠症も一般的な問題となり、事故や経済損失の観点から、その負の影響は個人だけでなく社会規模に及ぶことが指摘されている[55]。

しかし黒田[56]は、総務省の社会生活基本調査のデータを用い、1976年～2006年の30年間における労働時間と余暇時間に対する時間配分の推移に関する研究にて、フルタイム雇用者の睡眠時間は男女ともに一貫して減少傾向にあることを報告している。30年間を通じ、フルタイム雇用の男性は週当たりにして約4時間、フルタイム雇用の女性は約3時間程度、睡眠時間が削減されていることを報告している。また、フルタイム雇用の男性にお

いて、平日一日あたりの労働時間は1986年～2006年にかけて0.42時間上昇している点と、平日一日あたりの睡眠時間は0.35時間減少している点から、労働時間の増加分の大半が睡眠時間にしわ寄せされていると推測している。

久保[57]は、近未来を見据えた働く人々の疲労問題の中で、不安と労働と睡眠の質の關係に言及している。従来の働き方の多くは時間と場所が固定的であったことに対し、近年の情報通信技術の発達に伴い働く場所と時間はより柔軟かつ変動的になり、労働と私生活の境界を曖昧にする形で労働者の健康や安全に作用すると指摘している。そして、翌日への仕事の不安と、深い睡眠の際に出現する徐波睡眠の量の關係において、翌日の仕事のことばかり考えているほど、すなわち心理的に仕事に拘束されていればいるほど、睡眠の質が低下することをあげている。

労働に対する不安は成人に限ったことではなく、小児においても、睡眠と不安は密接な關係にある。入院生活を送っている小学4年生～高校3年生の小児を対象とした藤井ら[58]の研究において、睡眠の質や入眠に要する時間と不安に関する実験を行っている。被験者の不安の評価には、児童用状態不安尺度（The State-Trait Anxiety Inventory for Children ; STAIC-State）を用いており、夜間に覚醒する小児や、入眠までに時間を要する小児の方が不安に関する得点が高く、不安を感じている小児は十分な睡眠がとれていないという実験結果を導き出している。また、不安に関連して起こる交感神経の活動の影響や、熟睡感が低い方が不安に関する得点が高いことから、不安が睡眠の質に影響を与えていることを報告している。

これらのことから、まず労働時間の増加分の大半が睡眠時間にしわ寄せされていると言える。また、不安と睡眠不足には密接な關係があるが、不安の情動が原因として睡眠不足を引き起こしているのか、睡眠不足の結果として不安の情動が引き起こされているのか、因果關係への疑問が生じる。相互に影響し合うように睡眠不足もまた結果として不安の情動を引き起こす可能性も考えられるが、しかし、翌日への仕事の不安によって睡眠の質が低下している報告に基づき、少なくとも不安の情動が原因となって睡眠不足が引き起こされていることがあげられる。

睡眠時、一人で寝る、他者と同じベッドで寝るなど、様々な環境が考えられる。肌と肌

が触れ合うような添い寝は、人間に対し生理学的効果や心理学的効果が期待できる。肌と肌を合わせることの有効性の例として、低出生体重児を裸のまま、母親が乳房の間に直接肌と肌を触れ合わせて抱っこする哺育法であるカンガルーケアがあげられる。その生理学的効果として、新生児の体温維持が報告されている[59]。心理学的効果として、新生児の情緒の安定、深い眠りに就いている時間の増加が報告されている[60]。また新生児だけでなく親に対しても、カンガルーケアの心理学的効果として親子の良好な関係・愛着の形成や母性の発現・発達、親としての実感があげられる[61]。これらのことから、肌と肌を合わせ相手の温もりや呼吸を感じながら眠る添い寝は、情緒の安定などの効果が期待でき、睡眠不足解消のための眠り方として検討する余地がある。さらに、カンガルーケアが、乳房の間で肌と肌が触れ合うように新生児を抱っこする哺育法であることから、身体接触による恐怖や不安の軽減は、手によって行われるタッチングに限らず期待できる。

そこで本章では、ユーザへの擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証することを目的とする本研究において、本研究で扱う不安の情動が、社会的問題となっている睡眠不足と密接な関係にあることにも着目し、抱き枕型システム“ZZZoo Pillows”を開発した(図 2.1)。睡眠不足の原因として、労働時間の増加や精神的な不安など、様々な要因が考えられる。しかし労働や労働時間は、個々人に留まる問題ではなく社会規模での問題でもあり、個人の取り組みでは変え難い外因である。そこで睡眠不足の原因の 1 つである不安に焦点を絞り、擬似的に生理情報を提示することにより、ユーザに誰かと添い寝をしているような感覚を与えることで不安の軽減を狙う。

そして本章では、この抱き枕型システムを用いて、本研究で扱う生理情報の選定を行った。



図 2.1 抱き枕型システム ZZZoo Pillows を使用している様子

## 2.2. 抱き枕型システムで扱う生理情報

疑似的な添い寝をしているような感覚を与える抱き枕型のシステムを開発するにあたり、呼吸時の胸郭の動きや体温などの生理情報に着目した。入眠を目的とする状況に対し、入眠目的で顔を閉じることにより視覚情報は遮断されることから、表情や視線や身振りなど、視覚によった情報の提示は、不向きであると考えられる。特に呼吸は、渡辺ら[33, 34]の実験において、呼吸の引き込み現象が円滑なコミュニケーションに重要な役割を果たしていることが報告されている。さらに成人と成人間だけでなく、乳児と母親間でも実験を行うことにより、発達初期のコミュニケーションにおいても引き込み現象が存在することを示し、人間生物学的に本質的なコミュニケーションであると述べている。

疑似的な生理情報の提示と睡眠に対する取り組みの事例として、タカラトミーアーツ[62]が発売している人形“Hug&Dream”があげられる。Hug&Dream は、呼吸と感情には密接な関係があるという考えに基づき、規則的なリズムで人形の胸部を動かし、呼吸時の胸郭の動きを疑似的に提示する人形である。ユーザに理想とするリズムの呼吸を提示し、ユー

ザに同リズムでの呼吸を意識的に行わせる。これによりユーザをリラックスさせ、睡眠への導入を狙っている。

これらのことから、本研究で扱う生理情報の選定に際し、まず呼吸時の胸郭の動きを触覚に対し提示することにした。また、乳房の間で触れ合うように抱っこするカンガルーケアにおける、心理学的効果の観点からも呼吸時の胸郭の動きと、さらに体温を提示することにした。本稿では、この呼吸時における胸郭の動きを単に「呼吸」と呼称することにする。

生物としてより抽象的な要素であり無生物にはない生物固有のものとして、生理情報に焦点を当て、生理情報の伝達によってもたらされる情動への影響を調査する本研究に対し、感覚器官への刺激と心理学的な影響の観点から、人間の五感への刺激の提示とリラックス効果を生み出そうとするスヌーズレン効果の取り組みが事例としてあげられる。加藤ら[63]によるスヌーズレン効果に関する研究において、感覚刺激は単独よりも複数の刺激を併せて利用することで、リラックス効果が増すことが報告されている。スヌーズレンとは、空間に光・音・香り・振動などの五感を刺激するものを揃えた環境設定法であり、もともとは知的障害者とその介護者を対象にオランダで生まれ発展した理念である。ヨーロッパから、アメリカ、カナダ、アジアにまで普及しており、また本来は知的障害者のためのものであったが、現在ではストレスを感じている健常者に対する代替療法としても利用され効果を与えている。加藤ら[63]は、実験結果から、スヌーズレン空間にいることによって、通常の居室よりもリラックス効果を得られたことを報告している。また、感覚刺激は単独で刺激するよりも複数の刺激を併せて利用した方が、より強い効果を生んでいることを報告している。

そこで、さまざまな生理情報の中から本研究で扱う生理情報の選定に際し、まず呼吸と体温の 2 つを触覚に対し提示するプロトタイプを開発した。さらにスヌーズレン効果における研究報告から、異なる感覚への刺激の提示とその候補を決定すべく、開発したプロトタイプの展示と、体験者へのアンケート調査を行った。石川県で開催されたいしかわ夢未来博 2012 にて展示し、選択と自由記述によるアンケート調査を行った。293 名が本システムを体験し、うち 84 名（男性 40 人、女性 44 人）がアンケート調査に応じた。実施したア

アンケートにおける「呼吸と体温の他にどのような機能を求めるか」という設問に対し 70 名が回答した (図 2.2)。設問に対する結果として、「香り」と答えた体験者が最も多かった。しかし本アンケートからは、生理情報として人間が実際に発する汗や皮脂の香りを求めているのか、例えばストレス解消法のひとつであるアロマセラピー (芳香療法) [64] で用いられているような、花や木など植物の香りを求めているのか、どのような種類の香りを求めているのかその判別ができない。そのため、「香り」の次に回答の多かった「呼吸音」に着目した。添い寝をしているような感覚を与える抱き枕型システムを開発するにあたり、呼吸や体温を触覚に対し提示することにし、さらにスヌーズレン効果とアンケート調査の観点から、触覚以外の刺激として、睡眠時に呼吸に伴い生じるいびきを「呼吸音」として聴覚に対して提示することにした。

本研究の目的は、工学的システムを介し、ユーザへの擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証することである。しかし生理情報と一言で言っても、呼吸による胸郭の動きや、吸気・呼気に伴い発せられる音、体温、脈拍数、鼓動など様々な要素がある。そこで本章ではまず、扱う生理

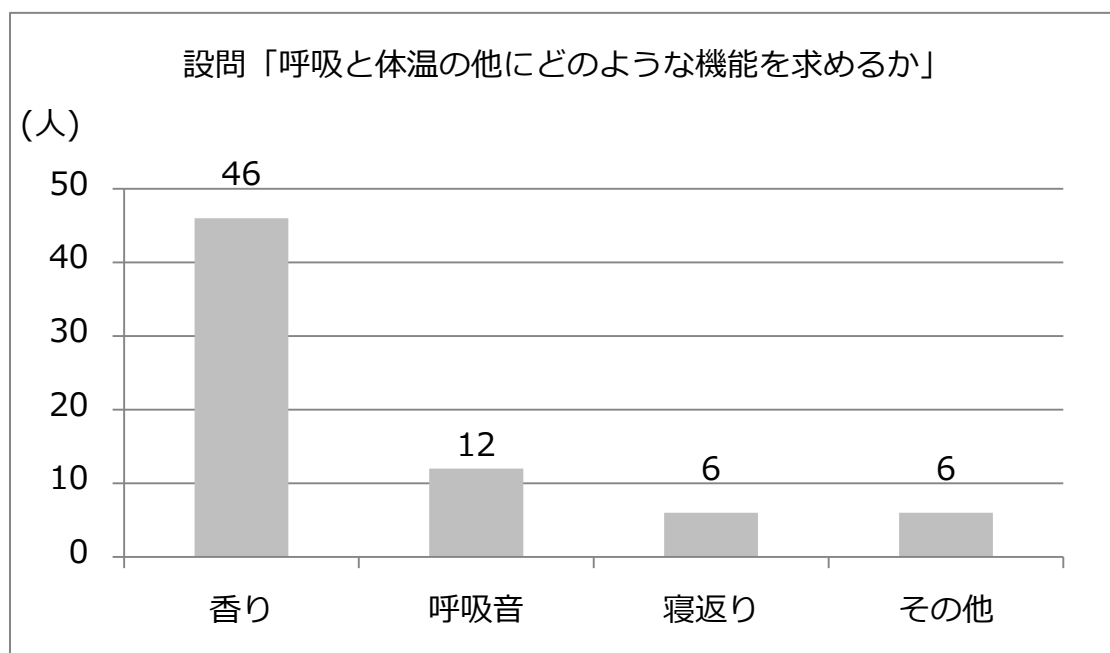


図 2.2 アンケート結果 (n=70)

情報の選定を行う。具体的には、複数の生理情報を提示するシステムの開発をし、そのなかで恐怖や不安の軽減が期待できる生理情報の検討立てを行う。これに対し、本研究で扱う不安の情動が、社会的問題となっている睡眠不足と密接な関係にあることにも着目し、本章では抱き枕型システムと擬似的な身体接触としての添い寝として、呼吸、体温、いびきの3つの生理情報を提示することにした。この3つの生理情報に対する不安の軽減効果を検証し、その結果から、本研究で扱う、恐怖や不安の軽減が期待できる生理情報の選定を行った。

### 2.3. システム構成

本システムは、抱き枕に内蔵された風船の膨張と収縮により、呼吸時の胸郭の動きを提示する呼吸デバイス、温水によって人の温もりを提示する体温デバイス、ゴムシートを振動させることによっていびきのような音を提示するいびきデバイスから構成されている(図 2.3)。

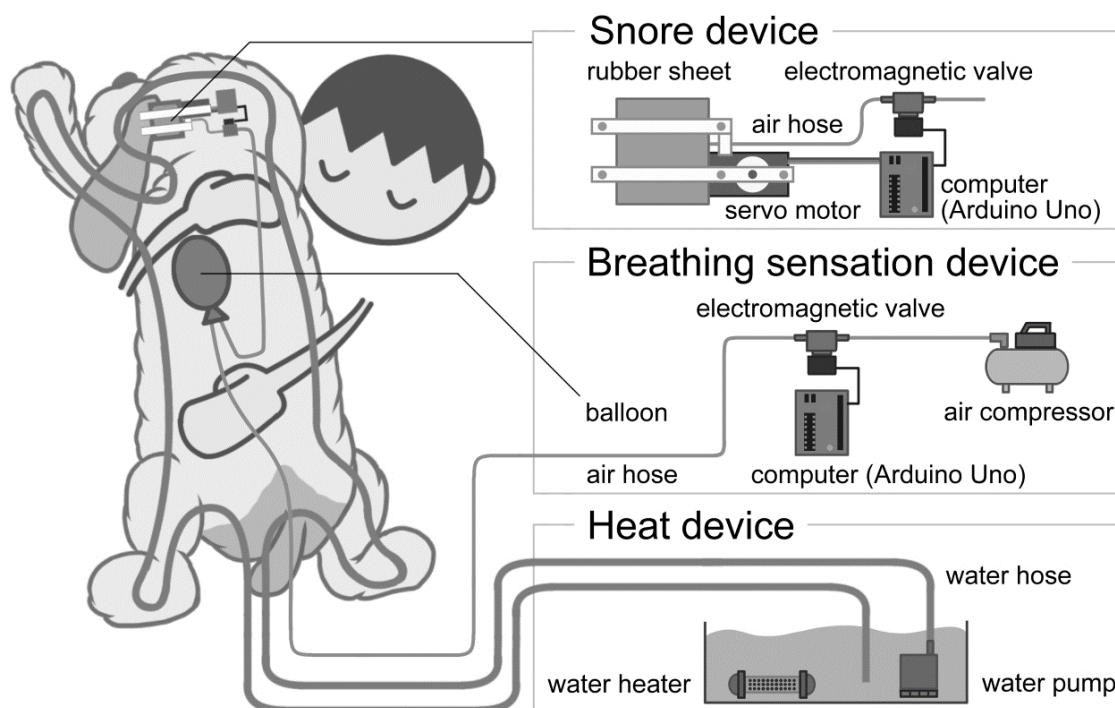


図 2.3 システム構成図



呼吸デバイスといびきデバイスを抱き枕に内蔵するにあたり、抱き枕の内部に内袋を作成し、縫い付けた。呼吸デバイスといびきデバイスは内袋の特定の位置に固定でき、ユーザが本システムを抱きしめるなどしても、デバイスの位置がずれないようにした。さらに内袋と抱き枕との間に綿を充填させ、各デバイスの周囲を綿で覆うことにより、デバイスの触感が抱き枕の柔らかさに影響を与えないようにした。抱き枕の腹部にあるファスナーから内袋を開くことができ、綿の量の調節や各デバイスの取り外しを、簡便に行うことができる（図 2.4）。また、抱き枕という日常的に用いるものに対する、衛生面への配慮として、抱き枕の洗濯が可能なるよう、各デバイスの取り外しを行える設計にした。

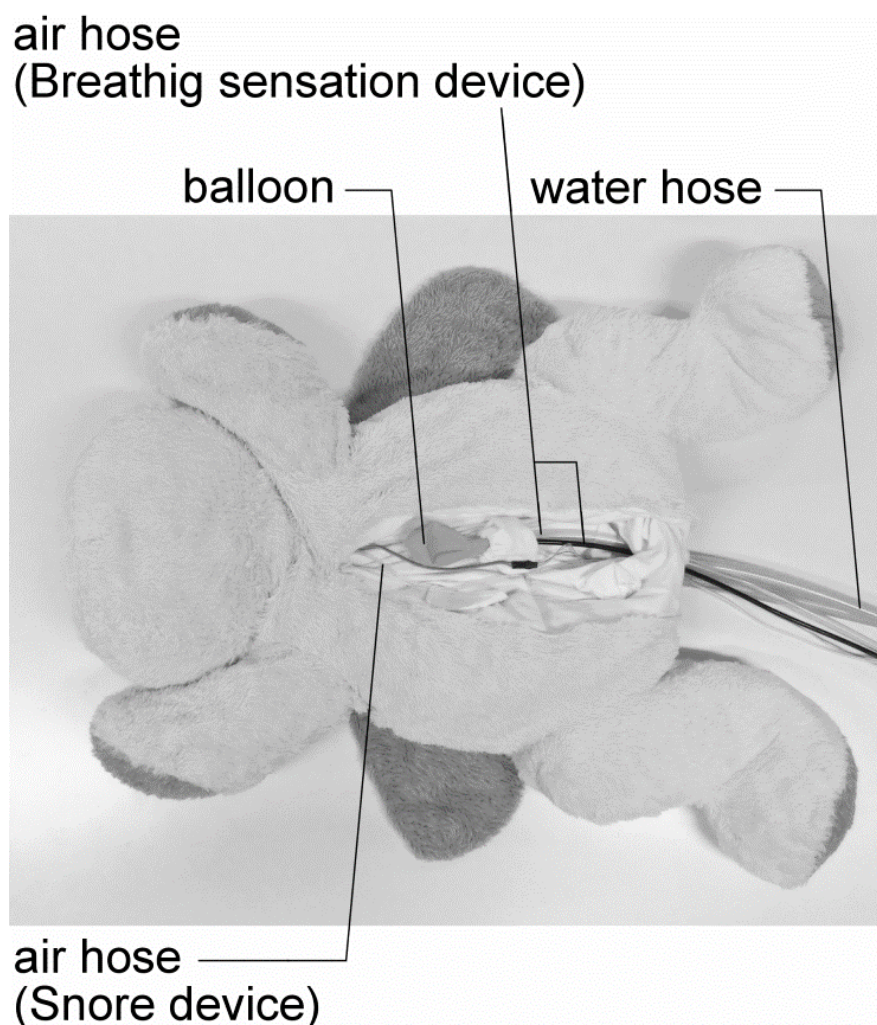


図 2.4 ZZZoo Pillows の内部構造

### 2.3.1. 呼吸デバイス

人間の呼吸時における胸郭の動きを模すために、本システムには風船が内蔵されている。エアコンプレッサ（ナカトミ製 CP-100）による空気は、約 100KPa～200KPa の空気圧であり、電磁弁（CKD 製 AD11-8A-03A-AC100V）と Arduino Uno によって制御している。Arduino Uno を用いて電磁弁による空気の流入と流出を切り替えることにより、呼吸時の胸部の膨張と収縮を行っている。

高野ら[65]は、呼吸波形に基づいた接触振動刺激を提示することによる、生理状態および心理状態への調査を行っている。接触振動刺激の呼吸変動や心拍変動と、被験者の呼吸変動や心拍変動が、同じような変動を示し、同期が起きたことを報告している。主観評価においても、運動状態の呼吸波形に基づいた接触振動刺激を提示した際は、全般的な活性の評価値が増加し、リラクスの評価値が減少したことを報告している。また、睡眠状態の呼吸波形に基づいた接触振動刺激を提示した際は、眠気やリラクスの評価値が増加したことを報告している。

古谷ら[66]は、眠りにつくまでの時間が短いほど、睡眠の持続時間が長く、就寝後の途中覚醒が少なく効率が高いという実験結果を導き出している。眠りにつくまでの時間が短かった日は、長かった日に比べ、呼吸回数が多く、眠りにつく際の呼吸は1分間につき16.0回であった。さらに、眠りについてから30分後も同様の結果となっている。

これらのことから、睡眠不足の原因の1つである不安に対し、疑似的に添い寝をしているような感覚をユーザに与え、不安を軽減することを目的とした本システムでは、1分間に16回の呼吸の速さで、抱き枕に内蔵した風船の膨張と収縮を制御することにした(図 2.5)。

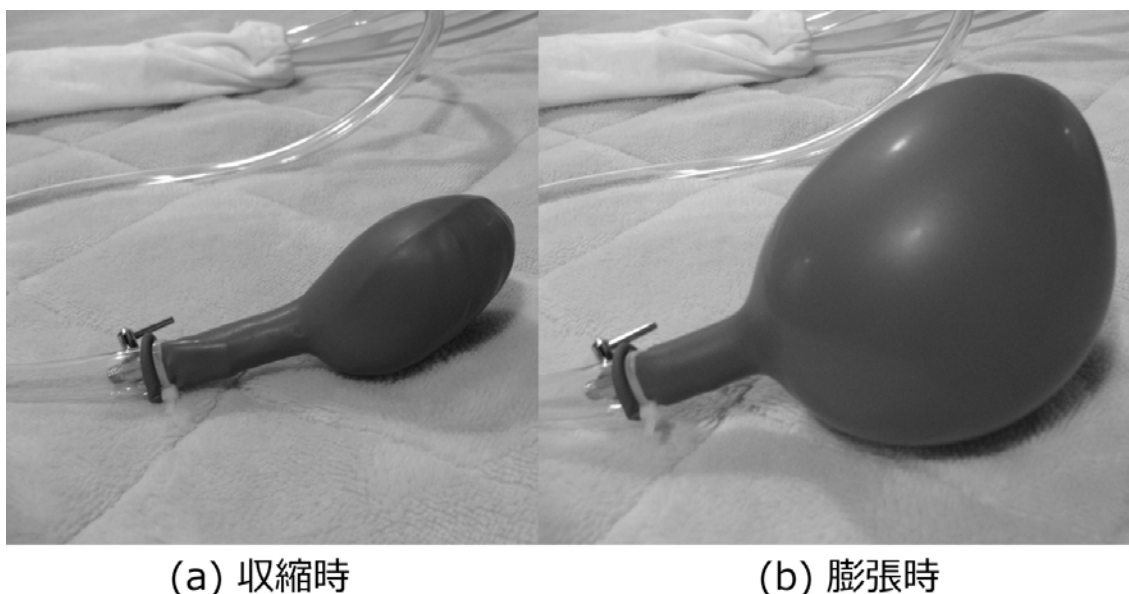


図 2.5 風船の様子

### 2.3.2. 体温デバイス

水槽内の温水は、ヒータ (SUNART 製 SCH-901) によって約摂氏 36 度に保たれている。水槽内の温水をウォーターポンプ (鶴見製作所製 FP-5S) によって汲み上げ、抱き枕の内部に張り巡らせた温水用ホースに循環させることで、ユーザに人の体温程度の温もりを提示している。

本システムのプロトタイプにおいて、温水用ホースを抱き枕内部に配置する際、温水用ホースが折れたり、ユーザが本システムを抱きしめる・のしかかる等をして温水用ホースが潰れ、温水が循環しづらくなる問題があった。そこで、温水用ホースが折れたり潰れることを防ぐ目的で、厚さ約 4mm のテトロン糸補強されたホースを用いることにした。温水用ホースは、抱き枕の臀部から挿入し、足、胴、手、頭の各部位を通して張り巡らせた (図 2.6)。抱き枕の各部位には、内部にマジックテープを縫い付け、温水用ホースがずれないように固定した。また、温水用ホースの固さが抱き枕の柔らかさを損なわないようにするために、温水用ホースの周りに綿を充填した。

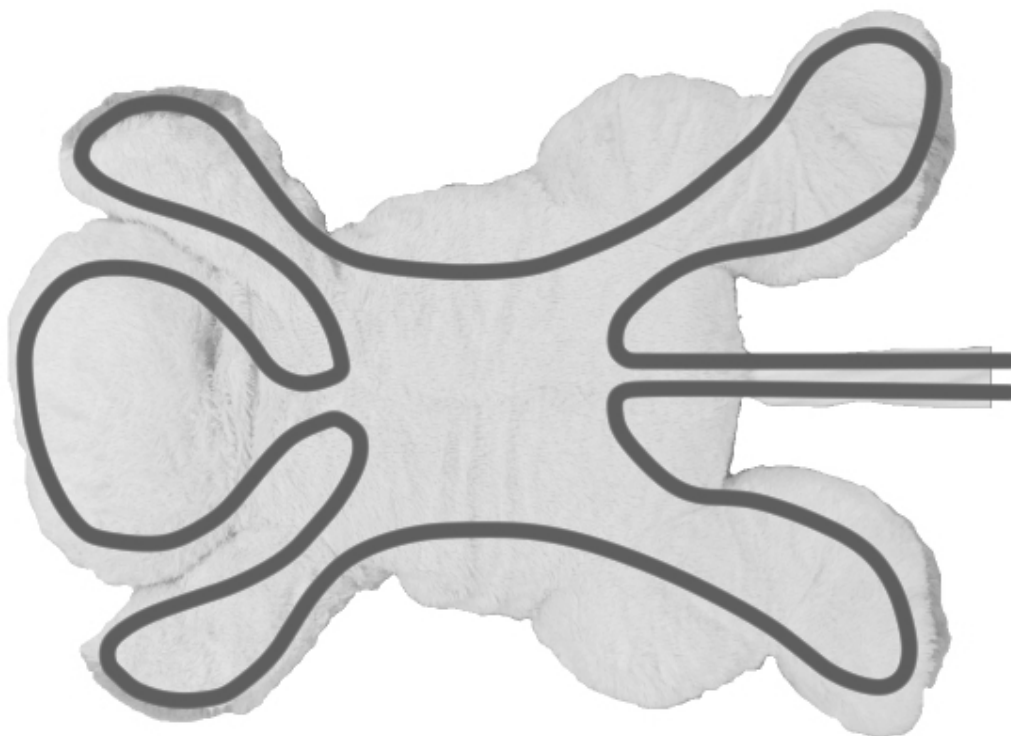


図 2.6 温水用ホースの配置

### 2.3.3. いびきデバイス

本システムでは、重ねたゴムシートの中にエアコンプレッサから空気を流し、ゴムシートを振動させることによっていびきのような音を提示している。いびきの提示は、音声ファイルをスピーカーで再生することでも可能であるが、本システムは呼吸デバイスにより既にコンプレッサを使用している点、重ねたゴムシートの中に流す空気の量やゴムシートの張りの強さを変化させることで、声帯のように音の大きさや高さを容易に変化させることができる点、特にいびきは呼吸による空気の流れによって生じるものであり、呼吸による胸郭の動きと同期させる点から、音声ファイルによる再生ではなく、いびきデバイスを開発した。コンプレッサから流出される空気を Arduino Uno と電磁弁（TN Games 製 400-00075-02）によって制御し、いびきのような音を発生させている。本システムでは、呼吸デバイスにおける 1 分間に 16 回の速さと同期させていびきの提示を行った。重ねたゴムシートの中に流す空気は、呼吸デバイスにおける風船から排出する空気を利用している。

重ねたゴムシートは、Arduino Uno とサーボモータ (GWS 製 S03T 2BBMG) の制御によって張りの強さを調節できる。ゴムシートの張りの強さに応じて、音の高さを変化させている (図 2.7)。いびきの音の高さはランダムに変化させている。本デバイスにより、いびきのような音として発生させた音は、主に 50Hz~600Hz の周波数帯域の音が混在する音であった。

本システムと添い寝をする際、ユーザから抱きしめられたり、のしかかられるなど、本システムに圧力を加えられることが想定される。これに対し、サーボモータなど機器への接触を防ぐことを目的として、格子状のフレームによるケースで保護したうえで、抱き枕に内蔵した (図 2.8)。ケースは、単純な箱ではなく格子状のフレームだけ作成することで、圧力を加えられた際に変形し、抱き枕としての柔らかさに配慮した。

これまでに本システムの展示を、フランスで開催された Laval Virtual 2013 (体験者数 1,084 名)、日本国内の香川県で開催された Entertainment Computing 2013 (体験者数 53 名)、香港で開催された Siggraph Asia 2013 (体験者数 180 名)、香港で開催された Baby & Mother Carnival 2014 (体験者数 142 名) にて展示を行ってきた (合計体験者数 1,459 名)。展示において、動物型の抱き枕に対し、文化圏によらず体験者は抱き枕の胴体部分を抱きしめていた。いびきデバイスは、他のデバイスに比べ、固い材質の機材で構成されている。これらのことから、ユーザが本システムを抱きしめても固い質感に気づきづらくすることを目的に、いびきデバイスの内蔵位置を、抱きしめられることの少ない抱き枕の頭部部分にした。

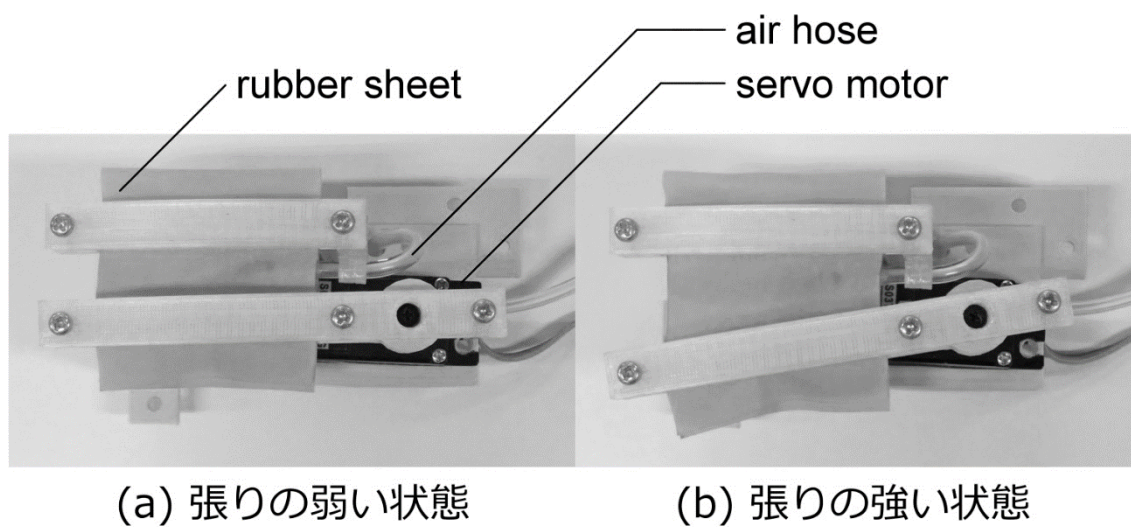


図 2.7 ゴムシートの張りの強さの様子

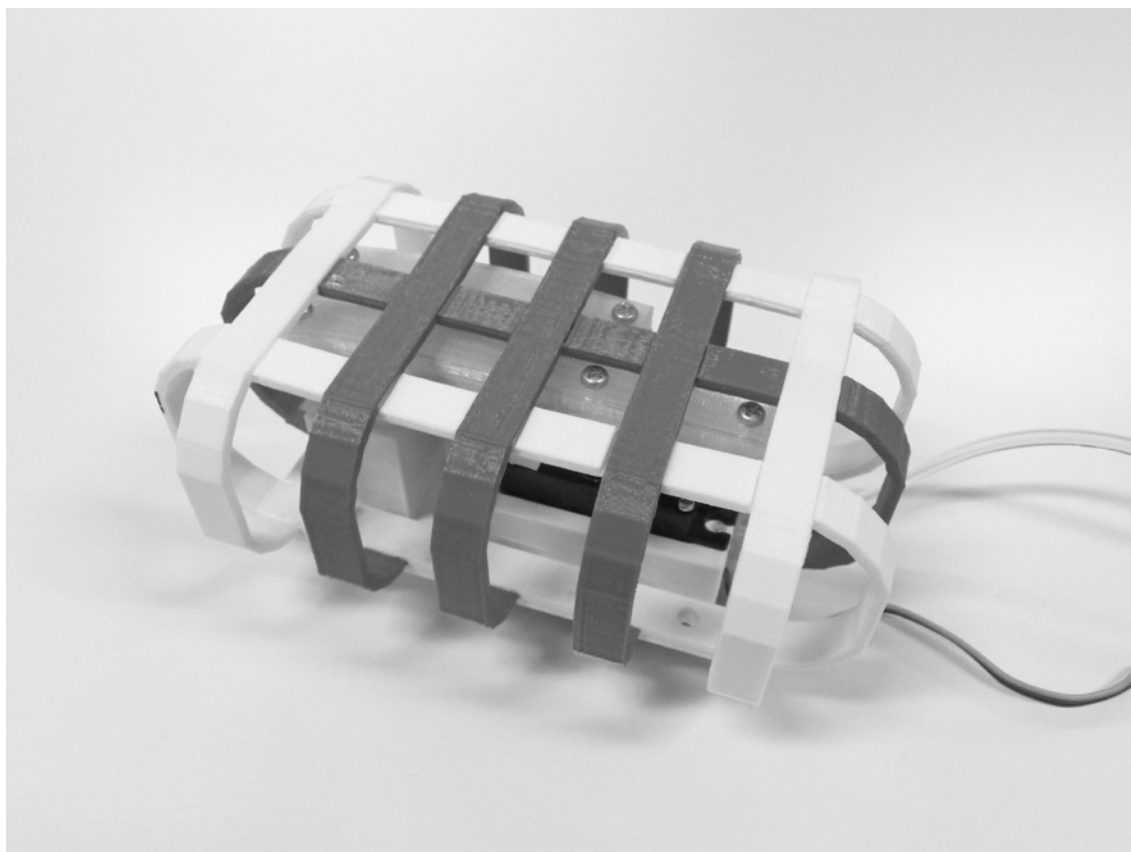


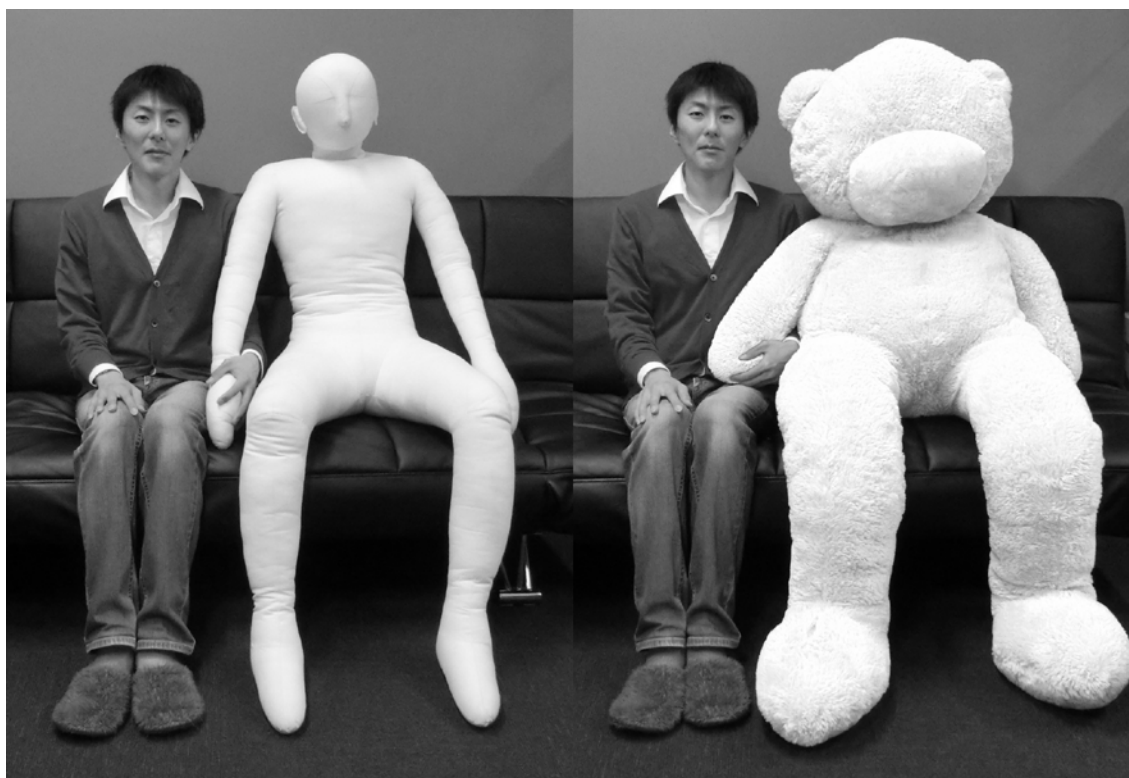
図 2.8 いびきデバイスと格子状のフレーム

#### 2.3.4. 抱き枕の外形

不安の軽減を目的とした本システムに対し、抱き枕の外形を決定するため、外形によって抱く不安や安心感に関する調査を行った。

まず、2013年6月15日に神奈川県立青少年センターで開催された科学のひろばにて本システムの展示を行った（体験者数 88 名）。主な体験者であった小学生やその保護者に対し、抱き枕の外形について口頭の調査を行った。口頭調査の結果、人型の外形に対して“怖い”など恐怖心を示す意見を得た。また、ウサギやクマなど動物の形をした抱き枕を求める意見を多く得た。

さらに科学のひろばでの口頭調査結果をもとにし、外形と安心感に関するアンケートを実施した。回答者は、大学1年生～2年生である10代および20代の男女140名（男性131名、女性9名）であった。アンケートに用いる抱き枕の外形に対し、まず人型の人形を調査対象にし、さらに科学のひろばでの口頭調査の結果を踏まえ、動物型の人形を調査対象に加えた。設問では、およそ同じ大きさの人型の人形と動物型の人形を図示し、「どちらの人形といた方が安心感を抱くか」を尋ねた。図示した動物型の人形には、人型の人形と比較するうえで実際に人間と同じ大きさとして存在しうることを、科学のひろばでの口頭調査にて具体的にクマという意見があがったことからクマの人形を用いた。アンケートにて図示した人形を図2.9に示す。図示する人形に対し、各人形の表情、装飾物、色の違いによる影響を除外するため、画像加工により各人形から表情、装飾物を取り除き、人形の色も白色で統一して示した。また図示する人形の材質に対しては、動物型の人形は動物（クマ）として不自然でないよう毛で覆われたものを扱い、他方、人型の人形は、人として不自然でないよう表面が毛で覆われていない人形を用いた。図示した人型と動物型の人形に対する「どちらの人形といた方が安心感を抱くか」という設問において、79%が動物型の人形と回答した（図2.10）。



(a) 人型の人形

(b) 動物型の人形

図 2.9 設問で図示した人形

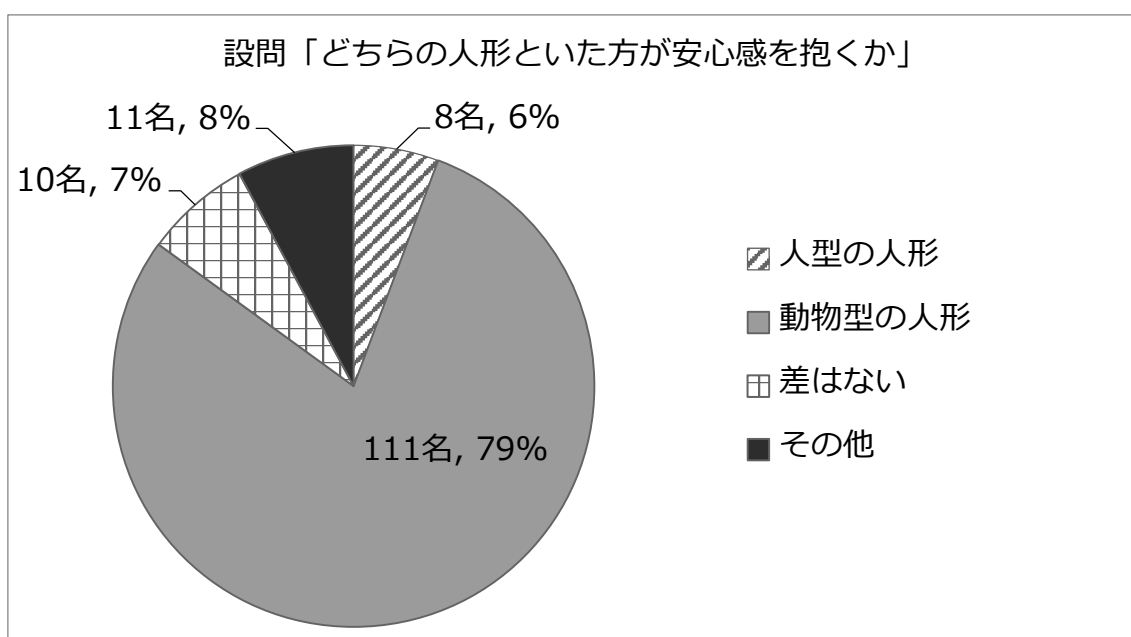


図 2.10 アンケート結果 (n=140)



これらのことから、ユーザの不安を軽減することを目的とした本システムにおいて、抱き枕の外形を動物にした。具体的な動物の選定においては、科学のひろばでのシステム展示と、そこで得られた抱き枕の外形に対する体験者の意見として、ウサギやクマが具体的に求められていたこと、また 140 名に対し実施したアンケート調査で用いた動物型の人形でクマを用いたうえでの結果であったことから、まずウサギとクマの抱き枕を作成した。さらにユーザごとに嗜好にあった外形の抱き枕を選べるよう、ウサギやクマと同じく哺乳類として、イヌ、ブタの抱き枕を作成し、合計で 4 種類の外形を用意した。

ここで、浜田ら[28]は、メンタルコミットロボット“パロ”を開発するにあたり、「身近でない動物」であることとして、アザラシの外形で開発していることに着目する。浜田ら[28]は、それまでも犬型、アザラシ型、猫型ロボットを開発しており、アザラシ型と猫型についてそれぞれ主観評価を行っている。その結果として、アザラシ型および猫型共に高い評価を得たものの、猫型ロボットにおいては、相互作用の後に、本物の猫のイメージとの比較によって、触り心地や反応の違いに関して厳しく評価されたことを報告している。一方で、アザラシ型においては、本物のアザラシのことを詳細に知っている者がほとんどおらず、相互作用の前後では、評価が高くなる一方であり、本物のアザラシと比較されることがほとんどなかったことを報告している。

しかし本研究では、生物を代替するシステムによって、実際にはその場に存在しないその生物の存在感を伝達に取り組むにあたり、特に外形や表面の質感は生物に限らず無生物も有するものであり、外形や質感といった表層的な要素を排除し、生物としてより抽象的な要素であり無生物にはない生物固有のものとして、生理情報に焦点を当てている。そこで身近な動物であるがゆえに、本物のイメージとの比較によって触り心地の違いに関して厳しく評価されるということは、翻ってそのネガティブな影響は孕んでも、それと同時にテクスチャの影響によるポジティブな効果を排除できると考えられる。本研究の目的は、外形や質感といった表層的な要素を排除し、生理情報の伝達そのものによってもたらされる情動の影響の調査である。そこで次節の第 2.4 節で行う実験 1 では、身近な動物であるイヌの外形をした抱き枕を用いることにした。

#### 2.4. 実験 1 : 本研究で扱う生理情報の選定

工学的システムを介し、ユーザへの擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証することが本研究の目的である。しかし生理情報と一言で言っても、呼吸による胸郭の動きや、吸気・呼気に伴い発せられる音、体温、脈拍数、鼓動など様々な要素がある。本実験の目的は、複数の生理情報を擬似的に提示可能な抱き枕型システム扱い、不安の軽減に及ぼす影響を検証し、その結果から、本研究で扱う生理情報の選定を行うことである。この実験 1 では、心理学的な指標として STAI 状態不安尺度を用いた。

本実験では 6 つの群に条件を分け (表 2.1), 抱きまぐらの有無, 各デバイスの影響, 全デバイスを同時に使用した際の影響を調査した。抱き枕を用いずに仰向けで横になる仰臥位群, 抱き枕を用いるが各デバイスによる提示を一切行わない無提示群, 呼吸デバイスにより呼吸の提示のみ行う呼吸提示群, 体温デバイスにより体温の提示のみ行う体温提示群, いびきデバイスによりいびきの提示のみ行ういびき提示群, 呼吸, 体温, いびきの全デバイスを同時に使用した全提示群, これら合計 6 群に対し, 各被験者には全ての群を体験してもらった。

6 つの群に対する順序効果の影響に関しては, 体験順序を無作為に割り振り行うことで, 順序効果へのカウンターバランスを取った。

実験は, 人の出入りがなく, 空調設備のある部屋を使用した。空調により, 室温は 24.1 度~25.5 度, 湿度は 20%~33%に保たれていた。室内の照明は, 被験者がマットの上で臥床する際は消灯し, 精神負荷を目的とした計算問題を解く際は点灯させた。また, 交感神経系に影響を及ぼしうる要因を可能な限り除去するため, 被験者には前日の飲酒を極力控えるよう指示し, 実験開始 2 時間前から水以外の飲食も控えさせた。

本実験における抱き枕の抱き方は, 全被験者で統一させた。被験者には仰臥させ, 被験者の胸部と本システムの胸部が接触するよう抱かせた。実験時の抱き枕を抱いている様子を図 2.11 に示す。

呼吸デバイスおよびいびきデバイスに使用するエアコンプレッサは, 稼働中に約 77db の騒音を発する。しかし本実験においては, 圧縮した空気を予め補助タンクに溜めておくこ

とで、実験中にエアコンプレッサの稼働および稼働に伴う騒音を発することなく行った。

表 2.1 各群の内容

群	内容
仰臥位群	抱き枕を用いず仰向けで横になる
無提示群	抱き枕を用いるが各デバイスによる提示は行わない
呼吸提示群	抱き枕を用いて呼吸のみ提示する
体温提示群	抱き枕を用いて体温のみ提示する
いびき提示群	抱き枕を用いていびきのみ提示する
全提示群	抱き枕を用いて呼吸，体温，いびきの全てを提示する



図 2.11 実験の様子

#### 2.4.1. 対象

被験者は、実験協力の同意を得られた男性 10 名（年齢  $22.4 \pm 1.0$  歳， $\text{mean} \pm \text{S.D.}$ ）を対象とした。被験者の年齢は、抱き枕の外形に関するアンケートの回答者と同じ年齢層である。また、女性は性周期によって情動に有意な差異が生じ、性周期の時期によって、精神負荷刺激によるストレスの誘発作用も異なる[67]。このことから、本実験では対象を男性に

限定して行った。被験者には、本研究の目的、実験方法、実験に参加しなくても不利益を受けないこと、一端実験が開始しても途中の実験協力の中断も含めて自由意志であること、得られたデータは統計処理を行い、個人を特定した形での検討を行わず、プライバシーは確保されることを口頭と文面で説明し同意を得た。

#### 2.4.2. 負荷刺激

本実験では、負荷刺激として計算負荷を用いた。STAI を作成した Spielberger は、身体的危険や心理的ストレスに応じて状態不安が上昇すると述べている。また Aiken[68]は、ストレスと不安は同形の概念であると述べている。

大川ら[69]は、ハンドマッサージによる生理的および心理的反応に対し、心理学的指標として POMS を用いた実験を行っている。その実験では介入行為としてハンドマッサージを行う群と、安静に過ごす群に分け比較している。さらに、計算付加は、交感神経活動を賦活刺激させる精神負荷試験であることから、各群における介入前に 15 分間の計算負荷を設けている。実験の結果、安静群で「緊張—不安」の得点が有意に低下したことを報告している。

深田[70]は、音楽とマッサージによって生じる感情反応と自律神経系の応答に関する実験を行っている。心理学的指標には多面的感情尺度・短縮版を用いており、負荷刺激として計算付加を採用している。実験の結果、音楽とマッサージによって、「不安・抑鬱」の得点が有意に低下したことを報告している。

これらのことから、本実験では不安に対する負荷刺激として計算負荷を用いることにした。さらに、簡便であり、特に非侵襲であることから、本実験では精神負荷刺激として計算負荷を採用した。

計算負荷における計算問題の内容に対し、深田[70]は、減算を用いている。しかし大川ら[69]は、プレテストにおいて、被験者から減算に対し「楽しい」「ゲーム感覚でできた」といった意見や「割り算の方がストレスを感じる」といった意見を得ており、実験では除算を用いていた。そこで本実験においても、計算負荷には除算を用いた。

ここで、本実験で扱う心理学的指標について今一度述べておく。先行事例である大川ら

[69]は心理指標に POMS を、深田[70]は多面的感情尺度・短縮版を用いている。これに対し本実験では、第 1.4.1 項で述べた通り、不安の情動に対し、短期的な反応である情動不安と長期的な特性不安に分けて捉え、評価可能であることから、肥田野ら[15]によって日本の文化を考慮して作成し直された STAI を用いた。

### 2.4.3. 実験手順

本実験の手順を図 2.12 に示す。本実験の手順は、大川ら[69]の実験手順に基づき作成し、安静の時間を 10 分間、計算問題の時間を 15 分間、介入の時間を 10 分に設定している。本実験では、実験前と介入後における STAI 状態不安尺度の得点を比較することにより、被験者の不安に及ぼす影響の評価を行った。そのため、被験者には、まず実験環境下で STAI を用いた質問紙法による不安の程度の測定を行い、その後、マットに仰臥位で横になり 10 分間安静にしてもらった。次に、精神的負荷を与えることを目的とした計算問題を暗算で 15 分間行ってもらった。さらに、各群の内容でマットに仰向けで横になり 10 分間過ごし、最後に、介入後として STAI を用いた不安の測定を行った。

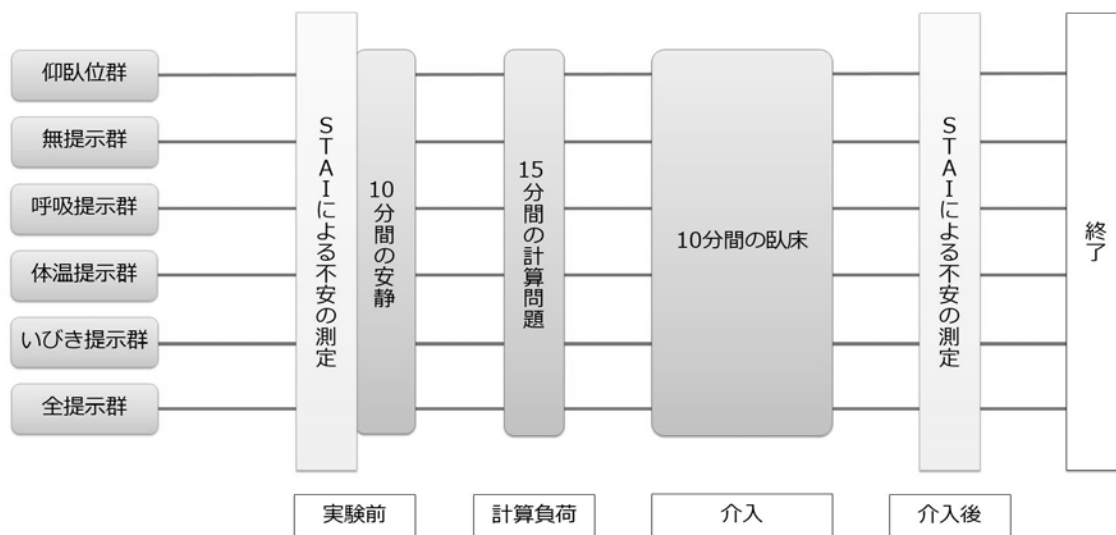


図 2.12 実験手順

#### 2.4.4. 分析方法

各被験者および各群における STAI 状態不安尺度に関し、それぞれ実験前の得点をベースラインとし、介入後の得点からベースラインの値を引いた変化量を算出した。実験前よりも介入後の得点の方が低く、不安が軽減した場合は、負の値を示す。また、実験前よりも介入後の得点の方が高く、不安が増加した場合は、正の値を示す。

STAI 状態不安尺度の変化量に対し、一要因分散分析を行った。分散分析の多重比較には Tukey 法を用いた。有意水準  $p < 0.05$  の場合に有意とした。ある被験者 1 名において、複数の群の実験に対し回答漏れがあった。回答漏れにより正確な得点を求められないことから、その被験者 1 名を分析対象から除外した。これにより、実験 1 では 9 名の被験者を解析対象とする。

#### 2.4.5. 仮説と予測

複数の生理情報を擬似的に提示可能な抱き枕型システム扱い、不安の軽減に及ぼす影響を検証し、その結果から、本研究で扱う生理情報の選定を行うことが本研究の目的である。これに対し、まず一人で寝るよりも抱き枕と添い寝をした方が不安は軽減すると予測した。さらに、人が発する呼吸、体温、いびきを擬似的に提示する抱き枕と添い寝した場合、不安はより軽減するという仮説を立てた。

各群の実験は、介入における内容にのみ差異があり、STAI 状態不安尺度の得点の差異は、介入における内容の差異によるものと考えられる。これらのことから、まず、抱き枕を使用しない仰臥位群と比べ、抱き枕を使用する無提示群の方が不安を軽減し、STAI 状態不安尺度の得点は低下すると予測した。さらに、提示を行わない無提示群と比べ、呼吸提示群、体温提示群、いびき提示群、および全てを同時に提示する全提示群の方がより不安を軽減し、STAI 状態不安尺度の得点はより低下すると予測した。これらの予測の検証をするべく、実験を行った。

#### 2.4.6. 結果

各群の STAI 状態不安尺度の得点に対し、実験前と介入後における変化量の平均と標準偏

差を、表 2.2 および図 2.13 に示す。各群における、実験前と介入後の得点に対する変化量の平均と標準偏差は、仰臥位群 $-8.8 \pm 9.1$  点、無提示群 $-4.6 \pm 7.6$  点、呼吸提示群 $-9.2 \pm 9.0$  点、体温提示群 $1.1 \pm 9.5$  点、いびき提示群 $-7.2 \pm 8.1$  点、全提示群 $-7.4 \pm 8.1$  点であった。一要因分散分析を行った結果、介入内容による主効果が見られた ( $F(5, 40) = 2.83, p < 0.05$ )。単純主効果を調べたところ、仰臥位群と体温提示群との間で有意差が見られた ( $p < 0.05$ )。また、呼吸提示群と体温提示群との間で有意差が見られた ( $p < 0.05$ )。

表 2.2 各群における STAI 状態不安尺度の得点変化量 (mean $\pm$ S.D.)

(n=9)

群	STAI 状態不安尺度の変化量 (点)
仰臥位群	$-8.8 \pm 9.1$
無提示群	$-4.6 \pm 7.6$
呼吸提示群	$-9.2 \pm 9.0$
体温提示群	$1.1 \pm 9.5$
いびき提示群	$-7.2 \pm 8.1$
全提示群	$-7.4 \pm 8.1$

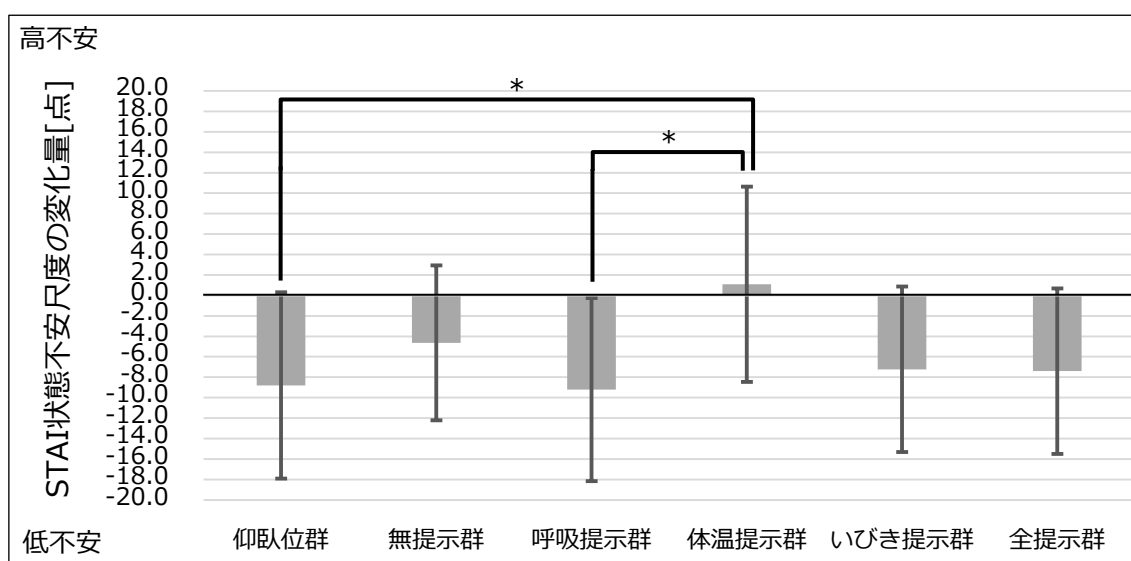


図 2.13 各群における STAI 状態不安尺度の得点変化量 (n=9, \*  $p < 0.05$ )

#### 2.4.7. 考察

抱き枕を使用することにより不安は軽減すると仮説を立てた。しかし、仰臥位群と無提示群における、抱き枕の有無に対する有意差は見られなかった。これに対し、本実験で用いた抱き枕への、被験者にとっての慣れ親しみの有無が、影響として考えられる。

中田ら[71]は、人間共棲ロボットが人間に対して与える心理的影響を問題としている。たとえロボットの動きが物理的に安全なものであっても、ロボットが近づきすぎることによって、人間は恐怖感や違和感を抱きうると述べている。そして中田ら[71]は、この問題に対し、ロボットが人間と安定したインタラクションを構築するためには、人間に対し親和的印象を与えることが重要であり、ぬいぐるみを用いたロボットによる、ロボットの動きとユーザが抱く印象に対し、実験を行っている。

また Hall の対人学[7]において、対人距離は、密接距離、個人距離、社会距離、公衆距離の 4 つに分類されている。コミュニケーションを行う者同士の物理的距離は、心理的距離と比例していることが述べられている。

疑似的な添い寝を目的とした本システムにおいて、本実験では、仰向けに横になった状態で、被験者の胸部と本システムの胸部が接触するように抱かせた。被験者にとって慣れ親しんでいない本システムに対する印象や、物理的距離と心的距離の不一致が、精神負荷刺激として働き、有意な差が生じなかった可能性があげられる。

この慣れ親しみの問題に対するひとつの解決手法として、Sugiura ら[72]の“PINOKY”があげられる。PINOKY は、リング型のデバイスであり、ユーザが大切に使うぬいぐるみなど既存のぬいぐるみに対し、システムを埋め込むために割くなど傷つけることなく、インタラクティブなロボットシステムにすることが可能である。

このことから、ユーザが既に所持している抱き枕に対し、外部取り付け型のデバイスにする手法が、慣れ親しみの問題に対するひとつの解決手法としてあげられる。

仰臥位群と無提示群における、抱き枕の有無に対する有意差は見られなかった。また、無提示群と体温提示群における体温提示の有無に対する有意差も見られなかった。しかし、仰臥位群と体温提示群においては、体温提示群の方が有意に高かった。これらのことから、原因として、システムへの慣れ親しみによる影響に加え、さらに本システムによる体温提



示による影響が加わったことが考えられる。

人形を用いて温もりを提示することによる心身への影響として、THE WARM BUDDY COMPANY[73]によって販売されている“Warm Buddy”があげられる。Warm Buddyは、内蔵された熱パックによって温もりを有する人形である。この人形は、入院している子どもに実際に使用されており、大きな慰めになっている。

石川県で開催されたいしかわ夢未来博2012にて本システムを展示とアンケート調査を行い、本システムが提示する体温の温度設定に対し、過半数が安心できる温度設定としてちょうど良いと回答した。アンケートではまず、「人の体温に似せて提示した抱き枕の温もりを感じる事ができたか」という設問に対し、「感じた」「感じなかった」の2段階の選択式で行った。69名が回答し、アンケート調査において、78%にあたる54名の体験者が「感じた」と回答した(図2.14)。さらに、「感じた」と回答した体験者54名に対し、続けて「本システムが提示する体温は、安心できる温度として適切な温度か」という問を設けた。回答は「もっと冷たく」「もう少し冷たく」「ちょうど良い」「もう少し温かく」「もっと温かく」による、5段階の選択方式で行った。54名のうち未回答であった2名を除く52名において、81%にあたる42名の体験者が「ちょうど良い」と回答した(図2.15)。

しかし他方、本実験の体温提示群において、実験後に「重かった」と感想を述べる被験者が見られた。実験での抱き枕の抱き方は、いしかわ夢未来博2012での体験方法と同じく、仰向けに横になった状態で被験者の胸部と本システムの胸部が接触するよう抱かせた。

これらのことから、提示した温度そのものによる影響よりも、本システムにおける体温提示手法として温水を用い、抱き枕の内部を循環させることによって生じた重量の増加と、それに伴う身体への負荷が加わったことによって、実験前よりも体温提示後の得点が高く、不安が高くなった可能性があげられる。将来的な展望として、体温だけでなく脈動の擬似的な提示も想定し、本システムの体温提示には温めた流水を用いたが、システムの重量増加に対し、軽量なシート型のヒータ等を代用することで解決することが可能である。また、温水を循環させた場合の本システムの重量は約3.7kgであり、人の中でも身体が小さく体重の軽い幼児と比べると、軽量である。擬似的な添い寝を目的とした本システムにおいて、重量増加を防ぐ以外にも、ユーザが本システムを胸の上に長時間乗せるような添い寝の仕

方をしないなど、想定する使用方法を改めることにも検討の余地があると考える。

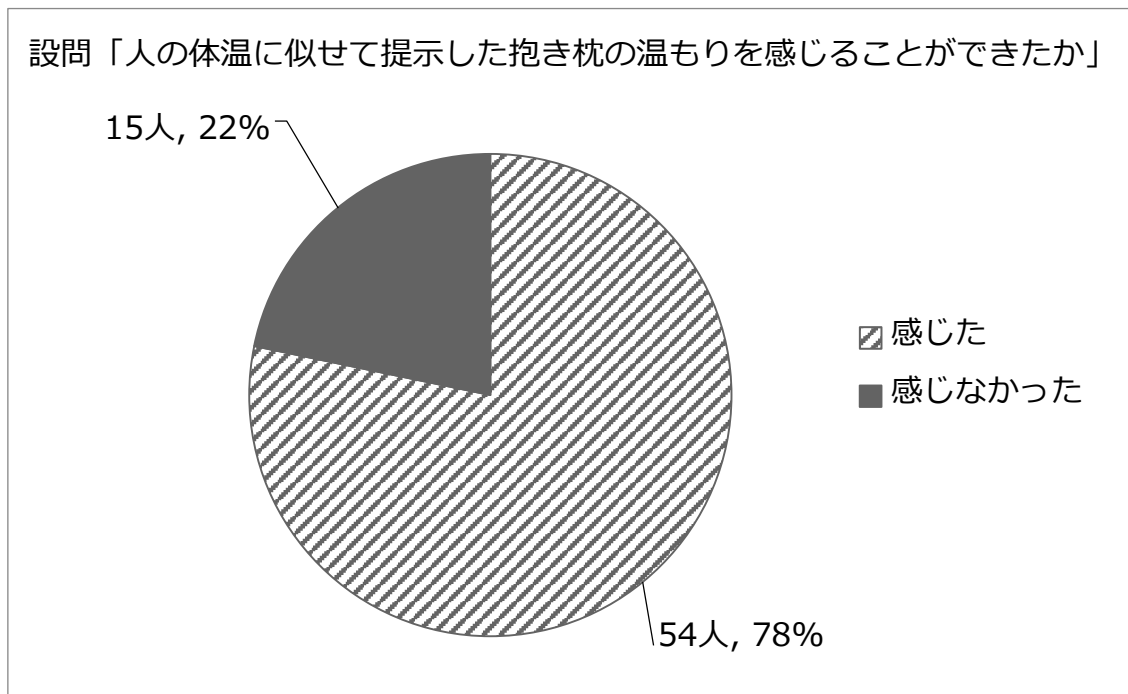


図 2.14 アンケート結果 (n=69)

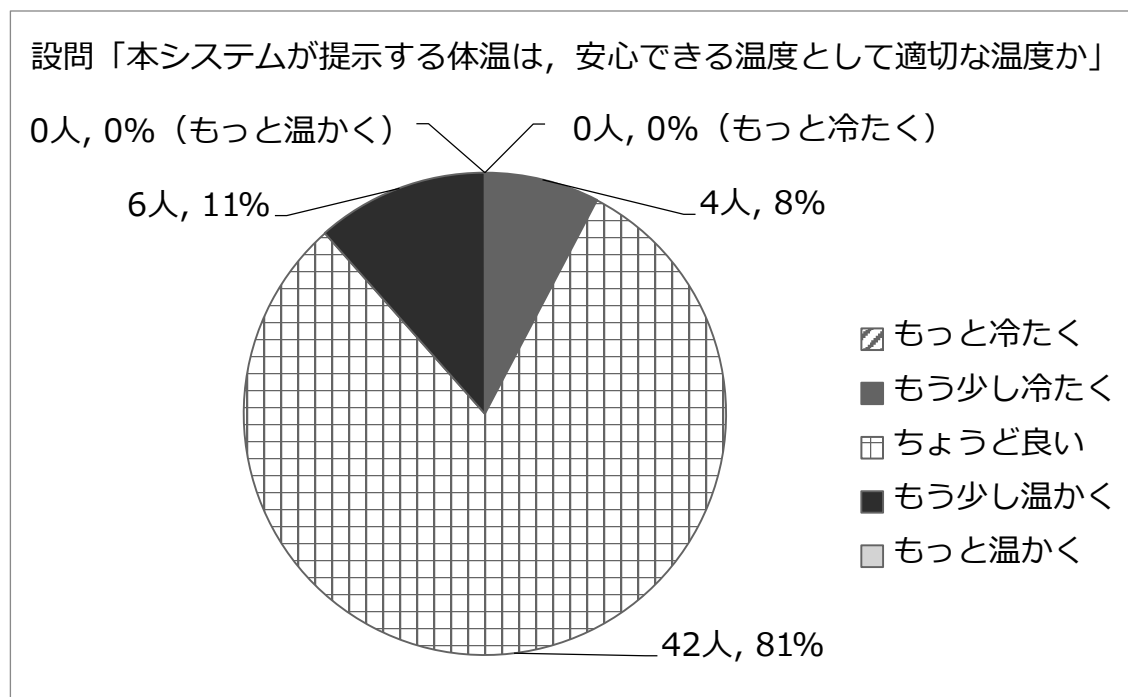


図 2.15 アンケート結果 (n=52)

呼吸提示群と体温提示群において、呼吸提示群の方が有意に低かった。その原因として、体温提示とそれに伴う重量増加の有無に加え、さらに呼吸提示の影響が加わったことが考えられる。

タカラトミーアーツ[62]が販売した人形“Hug&Dream”は、人形の胸部を動かし疑似的な呼吸を提示することで、ユーザをリラックスさせ、睡眠への導入を狙っている。

高野ら[65]は、限られた時間のなかで十分な休息をとることを目的として、睡眠状態の呼吸波形に基づいた接触振動刺激提示した際、眠気やリラックスの評価値が増加したことを報告している。安静状態、睡眠状態、運動状態における呼吸波形から 3 種類の刺激を作成し実験している。実験にはマッサージチェアの「叩き」を使用し、作成した各刺激の周波数に沿って振動刺激を提示している。そして睡眠状態の呼吸波形から作成した刺激を提示した場合、眠気やリラックスの評価値が増加したという結果を導き出している。

石川県で開催されたいしかわ夢未来博 2012 にて本システムを展示し、提示した呼吸に対するアンケート調査において、過半数が安心できたと回答していた。アンケートは、「本システムが提示する呼吸により、安心できたか」という設問に対し、「とても安心できなかった」「やや安心できなかった」「分からない」「やや安心できた」「とても安心できた」の、5 段階の選択式で行った。68 人が回答し、アンケート調査において、71%にあたる 48 名の体験者が「やや安心できた」もしくは「とても安心できた」と回答した (図 2.16)。

これらのことから、高野ら[65]のシステムでは呼吸波形に基づき作成された「叩き」による振動刺激であり、本システムは人間の呼吸時における胸郭の動きを疑似的に提示するという差異はあるが、本システムの呼吸提示によってリラックスや、安心できた可能性があげられる。そして呼吸提示群と体温提示群における有意差に対し、一方で体温提示群では、体温提示に伴う重量増加それに伴う身体への負荷がかかり、もう一方の呼吸提示群では、呼吸提示によるリラックスや安心させる効果によって、有意な差に至ったと考えられる。

仰臥位群と無提示群における抱き枕の有無に対し、有意な差は見られなかった。また、無提示群と体温提示群における、温水の循環による体温提示の有無に対し、有意な差は見られなかった。しかし、仰臥位群と体温提示群においては、体温提示群の得点は有意に高くなり、不安に及ぼす影響として、不安を上昇させることが確認された。しかし図 2.15 に

示した本システムの体験者からのアンケート調査では、本システムが提示する体温に対し過半数が「ちょうど良い」と回答している。このことから、体温提示そのものではなく、体温提示に伴い重量が増加する、本システムにおける体温の提示手法に対し、検討が必要である。さらに、体温提示群に対し、抱き枕を用いる無提示群や、デバイスによる提示を行ういびき提示群や全提示群とは有意な差が見られなかった。しかし、呼吸提示群とは有意な差がみられ、呼吸提示群の得点は有意に低くなった。このことから、本システムが有する呼吸、体温、いびきの各提示内容において、呼吸の提示に対し不安軽減の可能性が見られた。

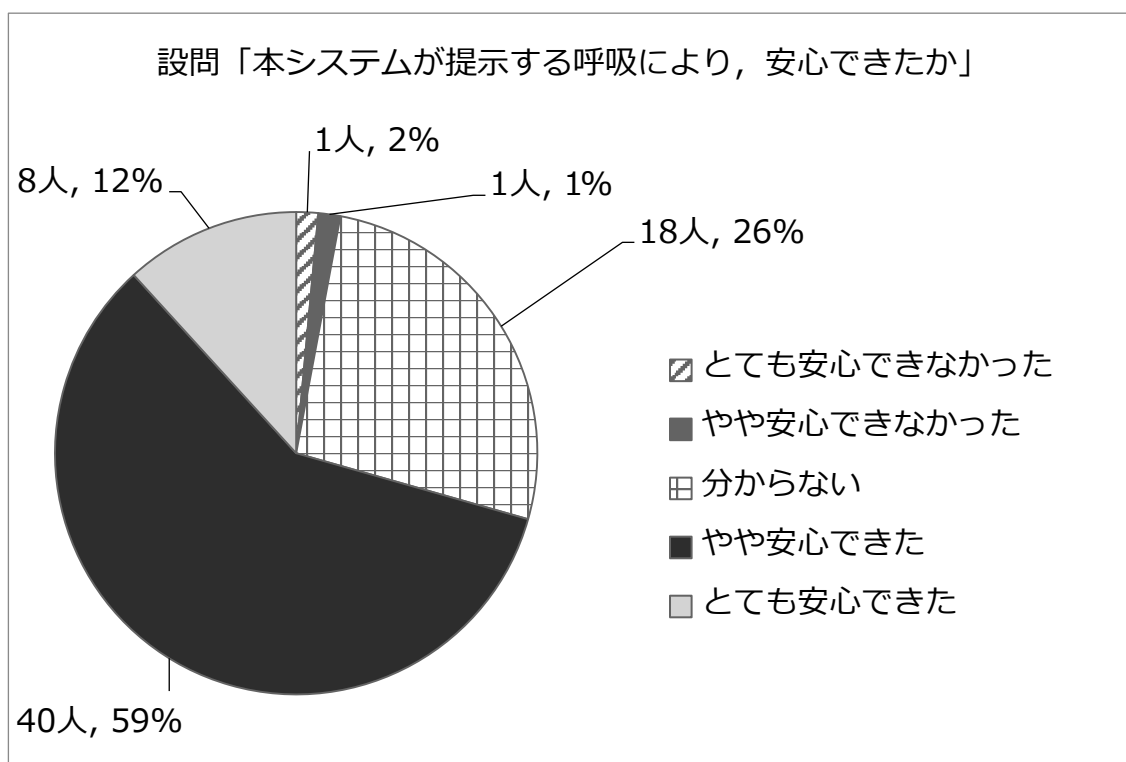


図 2.16 アンケート結果 (n=68)

## 2.5. 結言

本章では、工学的システムを介し、ユーザへの擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証を目的とする本研究に対し、本研究で扱う生理情報の選定を行った。その際に、本研究で扱う不安の情動が、

社会的問題となっている睡眠不足と密接な関係にあることにも着目し、本章では抱き枕型システム“ZZZoo Pillows”の開発を行った。そしてその抱き枕型システムを用いた擬似的な身体接触としての添い寝によって、不安の軽減に及ぼす影響を検証し、その結果から、本研究で扱う生理情報の選定に臨んだ。

複数の生理情報を擬似的に提示可能な抱き枕型システムを扱い、不安の軽減に及ぼす影響を検証し、その結果から、本研究で扱う生理情報の選定を行う目的で、心理学的な指標として STAI 状態不安尺度を用いて実験 1 を行った。一人で寝るよりも抱き枕と添い寝をした方が不安は軽減し、さらに、人が発する呼吸、体温、いびきを擬似的に提示する抱き枕と添い寝した場合、不安はより軽減するという仮説を立てた。結果として、仰臥位群と無提示群における抱き枕の有無に対し、有意な差は見られなかった。また、無提示群と体温提示群における、温水の循環による体温提示の有無に対し、有意な差は見られなかった。しかし、仰臥位群と体温提示群においては、体温提示群の得点は有意に高くなり、不安に及ぼす影響として、不安を上昇させることが確認された。これは、本システムに対する慣れ親しみと、温水の循環を用いた体温提示に伴う、重量増加の影響が考えられる。また、体温提示群に対し、抱き枕を用いる無提示群や、デバイスによる提示を行ういびき提示群や全提示群とは有意な差が見られなかった。しかし、呼吸提示群とは有意な差がみられ、呼吸提示群の得点は有意に低くなった。これは、体温提示に伴う重量増加の差異に加え、呼吸の提示により安心感を抱き、得点が低くなった可能性があげられる。このことから、本システムが有する呼吸、体温、いびきの各提示内容において、呼吸の提示に対し不安軽減の可能性が見られた。この結果に基づき、以降の章では、生理情報として呼吸を扱い、呼吸提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証を進める。

今後の課題として、提示内容である体温提示と呼吸提示においては有意な差が見られたものの、そもそも仰臥位群と無提示群に対し、仮説に反して抱き枕の有無で有意な差が見られなかった。本研究のように、外形や擬似的な生理情報の提示そのものによる情動への影響を調査する場合、抱き枕や人形をはじめ、外形あるシステムを用いることによって生じるユーザへの恐怖感や違和感等の影響を考慮したうえで、調査を行う必要がある。

次章の第 3 章では、本章の実験 1 で提示した複数の生理情報の中でも、不安軽減の可能性が見られた呼吸提示を用いる。そして本研究の目的である、擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか、その検証を進めてゆく。その際、本研究の目的を遂行するうえで考慮しなければならない 3 つの要素のうちの 1 つであり、本章の実験 1 における課題としても残された、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響の排除に考慮したうえで、擬似的な生理情報の提示と恐怖や不安の情動への影響の調査を行う。

### 3. 擬似的な呼吸提示をする椅子型システムと 外形と質感による影響を排除した検証

#### 3.1. 緒言

本章の目的は、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響を排除したうえで、擬似的な呼吸提示を用いた身体接触によって恐怖や不安が軽減されるか明らかにすることである。

恐怖や不安を軽減する手法として、身体接触があげられる。しかし、未婚率の上昇や単独世帯の増加[8, 10]、独身者における異性との交際状況にて「交際相手なし」の割合の増加[9]など、社会的な変化により、日常生活で身体接触を行うことはより困難な状況にある。また、身体接触の相手として人ではなく動物によるアニマル・セラピーでも恐怖や不安は期待できる[16, 17]が、アニマル・セラピーには、同時にペットロスにより精神疾患を引き起こすというジレンマが問題としてあげられる[19, 20]。これに対し、本研究では、人間を代替する工学的システムによって、実際にはその場に存在しないその生物の存在感を伝達することに取り組む。そしてその工学的システムを介し、ユーザへの擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証を行う。

しかし、システムの外形や質感が、システムに対するユーザの印象や相互作用に及ぼす影響は大きいと言える[26, 27, 28, 30]。そのため生理情報そのものによる影響の調査を行うためには、それら外形や質感の影響を可能な限り排除して実施する必要がある。

本章では、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響の排除を考慮したシステムの設計を行う。そのうえで、擬似的な生理情報の提示による恐怖や不安の軽減効果について調査を行う。本章で開発する、人間を代替する工学的システムに対し、第 2 章における実験 1 の結果より、扱う生理情報を呼吸とする。そしてまず外形の観点から設計を決定する。

Sumioka ら[26]や、港ら[27]による、人型デザインの通信メディアにおける外形の違いに関する調査において、胴体だけの通信メディアを作成した場合、外形の影響を受けないと

いう結果を導き出している。通信メディアの外形を、スピーカによる音声のみ、胴体、胴体と頭、胴体と頭と両腕、胴体と頭と両腕と一本脚、胴体と頭と両腕と両脚のように、段階的に人間に近づけ、ユーザがロボットに対話相手を投影しやすいか、その違いを調査しており、その結果、胴体だけではスピーカのみと有意な差が見られなかったことを報告している。

このことから、本章で開発を行う、人間を代替する工学的システムの外形に対し、胴体部分だけを作成することにした。ここで、システムの設計において、機能や効果、影響の観点だけでなく、システムの使用環境や機会について考慮する。例えば、そもそも開発されたシステムを使用する機会が日常に無く、利用すること自体が困難であれば、それはシステムが存在しないことと実質的に変わらないと言える。そこで、主な対象ユーザである日本成人のライフスタイルに焦点を当てる。

Bauman ら[74]による、世界 20 カ国の成人を対象とした平日における座位時間の調査において、日本成人の平日一日の総座位時間は、中央値で約 420 分であり、国際比較においても最長であったことが報告されている。

この近年の日本人のライフスタイルとして、1 日のおよそ 3 分の 1 を座った姿勢で過ごしている点から、椅子型システムにすることとした。そして椅子型システムの背もたれによって胴体を模し、呼吸時の胸郭の動きを擬似的に提示することにした。

次に、触覚の観点と視覚の観点から、この椅子型システムを用いた背もたれからの呼吸提示の手法に対する、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響、その排除について説明する。

触覚の観点としては、まず通常人間は衣服を纏っており、手指や顔と比べ肌と直接的にシステムの表面が接触し難いことが、椅子型システムの背もたれによる提示、すなわち背中への提示の利点としてあげられる。さらに皮膚感覚受容器において、材質の質感・テクスチャを知覚する機械受容器のメルケル細胞、マイスナー小体、パチニ小体は、指腹、手掌、足によく分布する[75, 76]。材質感次元として、マクロな粗さ感、ファインな粗さ感、摩擦感、温冷感、硬軟感の 5 種の次元があげられる。マクロな粗さとは、凹凸の感覚が大きい粗さであり、形のデコボコや表面のエッジなど、これらはメルケル細胞によって知覚



される。そしてメルケル細胞の分布密度よりも凹凸間隔が小さい、ザラザラなどファインな粗さは、100Hz～1,000Hz の細かい振動に敏感に反応するパチニ小体によって知覚される。滑りなど摩擦は、10Hz～100Hz のゆっくりとした振動に反応するマイスナー小体によって知覚される[75, 76]。メルケル細胞は指腹に、マイスナー小体は指腹の他に口唇にも分布する。パチニ小体は指腹、手掌、足底に分布する[75, 76]。このことから、触覚の観点において、外形や質感がもたらすユーザの認識への影響の排除として、椅子型システムの背もたれから背中に呼吸提示を行うことは妥当であると考えられる。また、触覚の分解能に関する二点弁別閾においても、椅子型システムによって呼吸提示する部位が背中である妥当性をあげる。二点弁別閾とは、皮膚上の 2 点を刺激し、それが 2 点に感じられる限界値のことである。若者（平均 23 歳）の場合、手指や口唇では 2 点に感じられる間隔が小さく 2mm～3mm 程度となる。しかし、上腕、腹、背中、大腿などの部位では大きく 15mm～30mm となる[75, 76]。このことから、触覚に対する分解能は背中の方が手指や口唇に比べ低く、ユーザと接触するシステムの表面、その形のデコボコや表面のエッジなどを知覚しづらいと言える。

視覚の観点としては、ユーザの背面にあることでシステムの使用中に一切視界に入らないことから、視認され続けることに比べ、システムの外形がもたらすユーザの認識への影響をより排除できることが期待される。触覚の観点からだけでは、背中だけでなく前面の腹でも、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響を、手指や顔と比べより排除できると考えられる。しかし、前面の腹よりも、背面の背中に呼吸提示を行うことで、システムの使用中に一切視界に入らず、視覚の観点における、外形や質感がもたらすユーザの認識への影響の排除としては、腹よりも背中の方がより妥当である。

これらのことから、胴体部分だけを作成し、椅子型システムとして背もたれから呼吸提示を行う“Breath Chair”を開発した（図 3.1）。本システムを用いて、擬似的な呼吸を提示することで身体接触しているような感覚を与え、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証する。



図 3.1 椅子型システム Breath Chair を使用している様子

### 3.2. システム構成

本システムは、密閉したウレタンスポンジを椅子の背もたれに内蔵している。ウレタンスポンジに対し、真空圧で圧縮および非圧縮を繰り返し行い、その体積変化によって、人間の呼吸時における胸郭の動きを疑似的に提示する。これにより身体接触しているかのような感覚を与え、恐怖や不安の軽減を狙う。本システムの構成を図 3.2 に示す。密閉したウレタンスポンジから、真空ポンプ（ULVAC 製 DA-60S）によって空気を排出し、圧縮を行

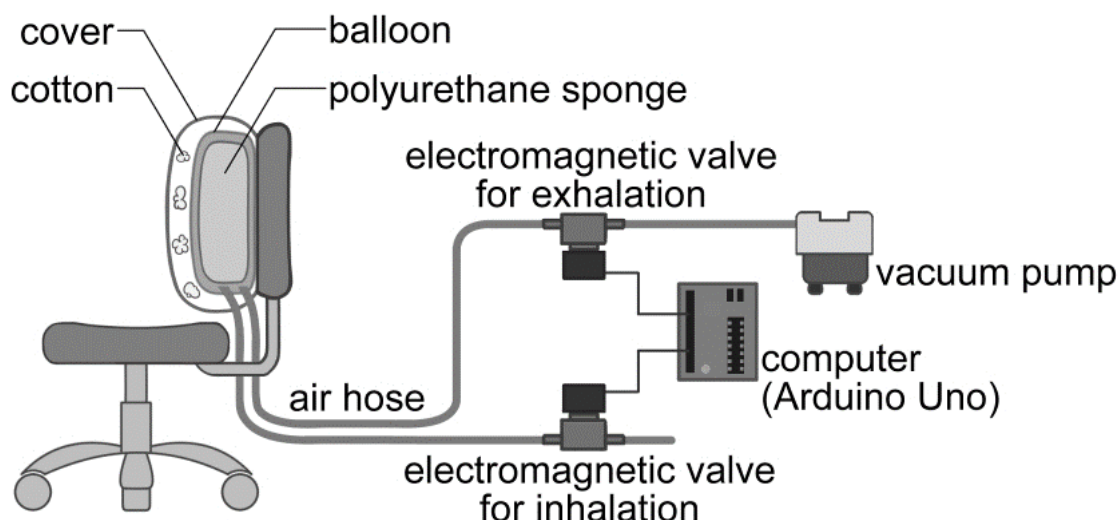


図 3.2 システム構成図

う。ウレタンスポンジを非圧縮にする際は、真空ポンプによる空気の排出を停止し、外気を自然に吸入する。Arduino Uno によって電磁弁（CKD 製 AD11-8A-03A-AC100V）を制御し、空気の排出と吸入を切り替えることで、ウレタンスポンジの圧縮と非圧縮を行っている（図 3.3）。ウレタンスポンジに対し、真空ポンプによる真空圧で圧縮および非圧縮を繰り返し行い、その体積変化によって疑似的な呼吸を提示することで身体接触しているかのような感覚を与え、恐怖や不安の軽減を狙う。

本システムが提示する呼吸は、成人の平均的な呼吸の速さに基づきウレタンスポンジの圧縮と非圧縮における体積変化の制御を行っている。吸気と呼気による成人の胸郭拡張差は約 3.3cm である報告[77]に基づき、圧縮と非圧縮時の体積変化も、その周長の変化量が約 3.3cm になるよう制御している。報告された成人の胸郭拡張差は、直立座位の姿勢の被験者に対して計測された数値であり、計測時の被験者の身体に何らかの外力は加えられていない環境下のものである。そこで、本システムにおける周長の変化量も、ユーザが本システムに座っていない状態における変化量として制御している。そのため、実際にユーザが本システムに座った際は、ユーザの体重や座り方によって背もたれへ加わる圧の違いに応じ、周長の変化量にも差異が生じる。本システムにおける呼吸の速さ、および吸気と呼気に関するリズムの割合は、成人の平均的な呼吸の速さや割合[78]に基づき、1 分間あたり

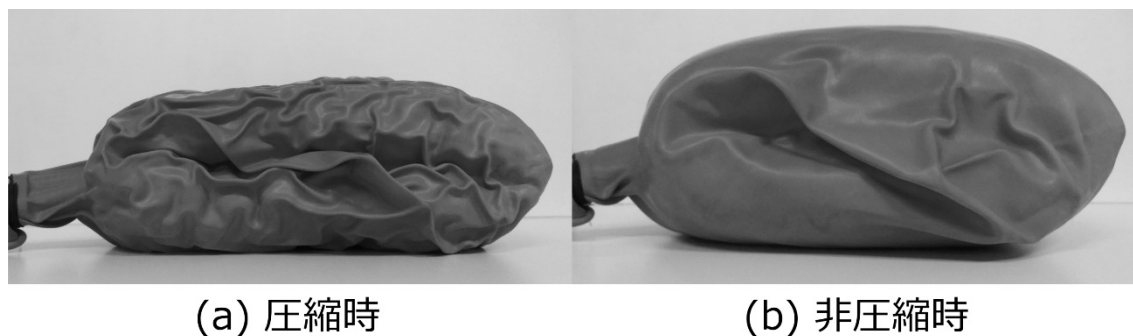


図 3.3 ウレタンスポンジの体積変化の様子

12 回の速さでウレタンスポンジを制御することにした。また、成人の吸気と呼気に関するリズムの割合は、ほぼ 1 対 3 である。このことから、本システムにおける空気の吸入と排出に関するリズムの割合に対しても、1 対 3 の割合で制御することにした。

### 3.3. 実験 2：外形と質感による影響を排除した検証

この実験 2 の目的は、Breath Chair を使用し、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響の排除したうえで、擬似的な呼吸提示を用いた身体接触によって恐怖や不安が軽減されるか明らかにすることである。心理学的指標として STAI 状態不安尺度を、生理学的指標として指尖表面皮膚温を用いた。被験者には恐怖や不安の情動を喚起させる映像刺激を視聴させ、本システム使用の有無による、各評価指標の変化を調査した。

実験は、人の出入りがなく、空調設備のある部屋を使用した。室内の照明は、本多ら[79]の実験に基づき、約 30lx に設定した。本実験では、自律神経系に基づく生理学的指標を扱うことから、交感神経系に影響を及ぼしうる要因を可能な限り除去するため、被験者には前日の飲酒や当日の運動を控えるよう指示し、実験開始 2 時間前から水以外の飲食も控えさせた。映像刺激の視聴は、23 インチのディスプレイを被験者の約 1m 前方に設置し、提示した。実験中は、実験者は実験室から終始退室し、実験室内には被験者だけの状態とした。実験時の様子を図 3.4 に示す。



図 3.4 実験時の様子

### 3.3.1. 対象

被験者は、より均質で実験環境に適応できることから成人を対象とした。また、本実験にて心理学的指標として使用する STAI の、その原本を作成した Spielberg ら[80]の実験において、大学生を対象に実験が行われていることから、本実験においても、成人した大学生を対象とした。本実験は、協力の同意を得られた男女 12 名（年齢  $21.5 \pm 0.8$  歳，mean

±S.D.) に実験を行った。被験者には、本研究の目的、実験方法、実験に参加しなくても不利益を受けないこと、一端実験が開始しても途中の実験協力の中断も含めて自由意志であること、得られたデータは統計処理を行い、個人を特定した形での検討を行わず、プライバシーは確保されることを口頭と文面で説明し同意を得た。

### 3.3.2. 不安や恐怖の情動を喚起させる刺激

被験者に恐怖や不安の情動を喚起させること、および軽減の変化をより顕著に計測するために、恐怖や不安の情動を喚起させる負荷刺激を用いた。実験室環境における情動喚起手段として、映像刺激は比較的強い情動を喚起し、また非侵襲である利点あげられる。映像刺激によって特定の情動を喚起させる研究は、盛んに行われている[81, 82]。さらに本多ら[79]は、映像刺激を用いた実験において、指尖表面皮膚温に有意な変化が生じたことを報告している。さらに、本実験にて心理学的な指標として使用する STAI の、その原本を作成した Spielberger ら[80]は、平常時下に行われた STAI 状態不安尺度に関する得点の分布の歪度が正であり、そこからストレス状態における正規分布に近づくと述べている。そして男子大学生に悲惨な映画を視聴させた実験において、視聴後ただちに STAI への回答を実施した際、STAI 状態不安尺度におけるクロンバックの  $\alpha$  信頼性係数は 0.94 であり、同被験者たちにおいて短時間のリラクゼーショントレーニング後では、 $\alpha$  の信頼性は 0.89 であったことを報告している。これらのことから、本実験では恐怖や不安を喚起させる刺激として映像刺激を用いた。

本実験で用いた映像刺激は、Alexandre ら[83]の実験において恐怖の情動を喚起すると報告されている映像を用いた。Alexandre らは、映画における一場面の映像を用いて実験している。まず、Alexandre らの実験結果から、恐怖の情動を喚起した 8 つの映像を、本実験で用いる映像刺激の候補とした。さらに本実験の被験者全員がこれまでに見たことがないこと、8 つの候補映像のうち映像の長さがともにほぼ同じ長さである 210 秒であることから、映画「ミザリー」(copyright ; Castle Rock Entertainment, 1990)、映画「スクリーム 2」(copyright ; Miramax Film Corp, 1997) の 2 つの映像を用いることとした。本実験で用いた映像は、Alexandre らが用いた映像と、場面の開始・終了位置がまったく同一

の映像であり、その日本語吹き替えされたものを用いた。

### 3.3.3. 虚偽情報の教示

本研究の目的は、人間の代替物として工学的システムを用いて、ユーザに擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証を行うことである。しかし本システムにおけるウレタンスポンジの圧縮と非圧縮による物理的な動きを、人間の呼吸時における胸郭の動きと捉えるか否かは、ユーザの認識に深く依存する。そのため、疑似的な呼吸の提示による影響を調査するうえで、そもそも本システムの動きに対し呼吸時における胸郭の動きであるという認識が、成立している必要がある。そこで本実験では、本システムが提示する動きを、呼吸時における胸郭の動きとして被験者に認識させることを目的として、「実験室の隣室にはもう一人被験者がいる。そのもう一人の被験者は安静にすごしており、その呼吸をリアルタイムにセンシングし、本デバイスを介して、その胸郭の動きを提示している」という虚偽情報を、実験前に被験者へ教示した。実験終了後の口頭調査にて、被験者には虚偽情報であったことを暴露した。さらに、本システムが提示する動きを、ただの物理的な動きではなく、呼吸時における胸郭の動きとして被験者が認識していたかを確認する目的で、隣室にもう一人の被験者が本場に存在していると信じていたか否かを、口頭調査にて被験者に確認した。

### 3.3.4. 実験の手順

実験の手順を図 3.5 に示す。本実験では、まず実験環境下で椅子に座り、目をつぶりリラックスした状態で 3 分間安静にしてもらった。その後 STAI 状態不安尺度および STAI 特性不安尺度を用いた質問紙法による測定を行った。次に、介入 1 として、精神的負荷を与えることを目的とした映像刺激の視聴を行った。その後、STAI 状態不安尺度による測定を行い、合計 6 分間安静にしてもらった。さらに介入 2 として、介入 1 と同様の操作を繰り返し行った。最後に、実験に対する感想や意見等に対し、口頭調査を行った。

介入 1 および介入 2 において、映像視聴および直後 3 分間の安静期間に対して、一方では「呼吸提示有り」の条件として本システムを稼働させ、人間の呼吸時における胸郭の動

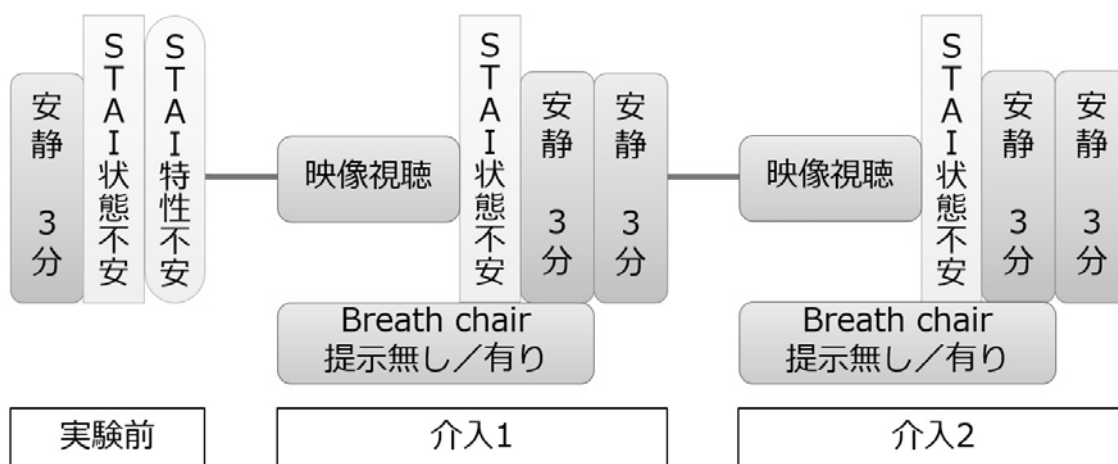


図 3.5 実験手順

きを擬似的に提示した．もう一方では「呼吸提示無し」の条件として，本システムを稼働させずに行った．2つの映像刺激と呼吸提示の有無における場合の数は，4通りである．全12人の被験者に対し，各通り3名ずつ無作為に割り振り行うことで，順序効果および交互作用へのカウンターバランスを取った．

### 3.3.5. 分析方法

STAI 状態不安尺度に対しては一要因分散分析を行った．指尖表面皮膚温に対しては，二要因分散分析を行った．分散分析の多重比較には Tukey 法を用いた．有意水準  $p < 0.05$  の場合に有意とした．

指尖表面皮膚温において，本多ら[79]の実験に基づき，30秒ごとの平均値を算出した．また，介入1および介入2での各映像視聴に対し，直前の安静時の平均値をベースラインとし，映像視聴時の値からベースラインの値を引いた変化量を算出した．

STAI 状態不安尺度の得点において，実験前よりも呼吸提示無しで映像刺激を視聴した方が低く，主観において不安の情動を喚起していなかった被験者を，本実験目的に対し不適切とし，解析対象から5名の被験者を除外した．



### 3.3.6. 仮説と予測

疑似的な身体接触であっても恐怖や不安は軽減されるという仮説を立て、身体接触によって感じられる要素の 1 つである、呼吸時における胸郭の動きを疑似的に提示することで、恐怖や不安は軽減されると予測した。呼吸の提示をすることによって、STAI 状態不安尺度の得点は低くなり、指尖表面皮膚温は高くなると予測した。この予測の検証を目的に、本実験を行った。

### 3.3.7. 結果

STAI 状態不安尺度における結果を、表 3.1 および図 3.6 に示す。STAI 状態不安尺度に関する結果として、実験前  $41.3 \pm 8.5$  点、呼吸提示無し  $52.3 \pm 11.7$  点、呼吸提示有り  $44.4 \pm 6.6$  点であった。実験前の得点より呼吸提示無しの得点の方が有意に高かった ( $F(2, 12) = 6.25, p < 0.05$ )。一方で、映像刺激の視聴後であるにもかかわらず実験前の得点と呼吸提示有りの得点には有意な差が見られなかった。呼吸提示無しと呼吸提示有りにおいては、呼吸提示有りの得点に減少傾向がみられたものの、有意な差は見られなかった。

指尖表面皮膚温における結果を、図 3.7 に示す。図 3.7 におけるグラフの横軸に関し、まず映像視聴を開始した時点の指尖表面皮膚温を、0 秒として示す。そしてそれ以降は、30 秒間ごとの平均値を示す。指尖表面皮膚温に関し、二要因分散分析の結果として、呼吸提示の有無における条件の主効果が認められた ( $F(1, 7) = 7.63, p < 0.05$ )。また、映像視聴による時間の主効果が認められた ( $F(7, 7) = 11.02, p < 0.05$ )。時間に関して多重比較を行ったところ、映像刺激の視聴開始 0 秒と 30 秒との間で有意差が見られた ( $p < 0.05$ )。また 0 秒と、90 秒、120 秒、180 秒、210 秒との間でもそれぞれ有意差が見られた ( $p < 0.05$ )。

実験後の口頭調査の結果として、提示した呼吸に対し、解析対象の被験者 7 名中 4 名が、実際の人間の呼吸と認識していた。残り 3 名は、人間の呼吸によるものかプログラムによって作り出されたものかといった半信半疑の状態であったが、人間の呼吸として認識していなかった被験者は 1 名もいなかった。本システムが提示する疑似的な呼吸やそれによる疑似的な身体接触に対する感想も得た。一方で被験者によっては、日常生活の中で家族に寄りかかるような仕方での身体接触がほぼないと述べる者も居たなかで、他方「あぐらをか

いて座る恋人の中に入れてもらっている感じ」といった、日常生活における実際の人間との身体接触と比較した感想を得た。本システムによる呼吸の提示と映像刺激に対する意見も得た。7名中2名の被験者は「映像を見ている際にシステムが気になった」「映像より背中動きにびっくりした」と述べており、さらに他の1名からは「映像に集中できないわけではないが、呼吸に意識が持って行かれる」という意見を得た。

表 3.1 STAI 状態不安尺度の計測結果 (mean±S.D.)

(n=7)

群	STAI 状態不安尺度の得点 (点)
実験前	41.3±8.5
呼吸提示無し	52.3±11.7
呼吸提示有り	44.4±6.6

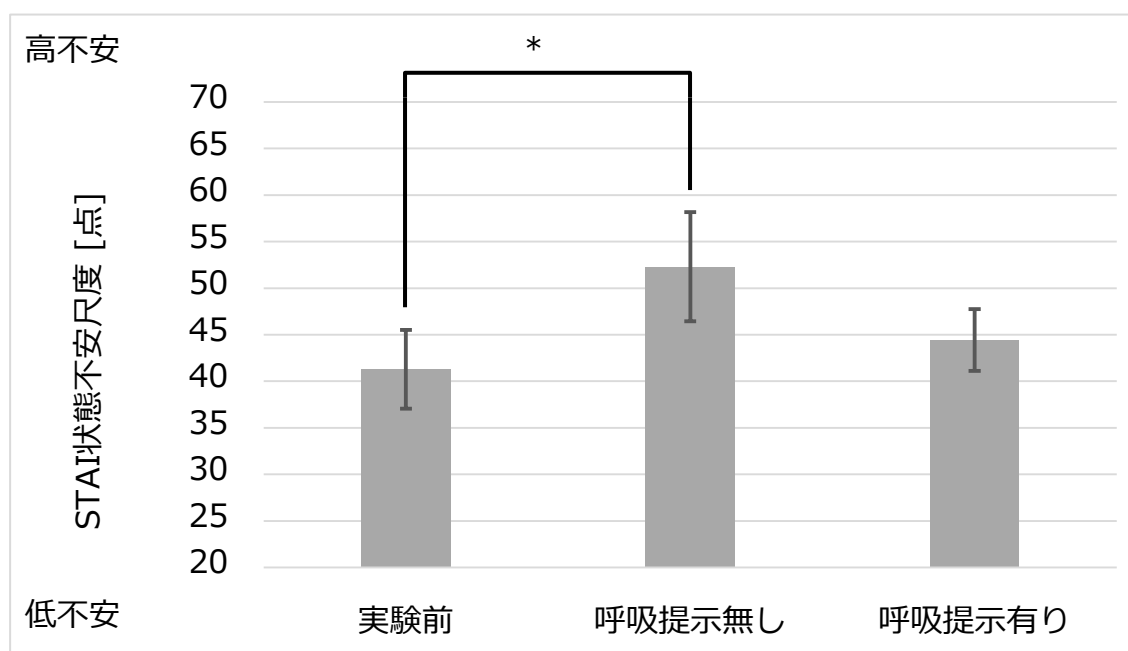


図 3.6 STAI 状態不安尺度の計測結果 (n=7, \* : p<0.05)

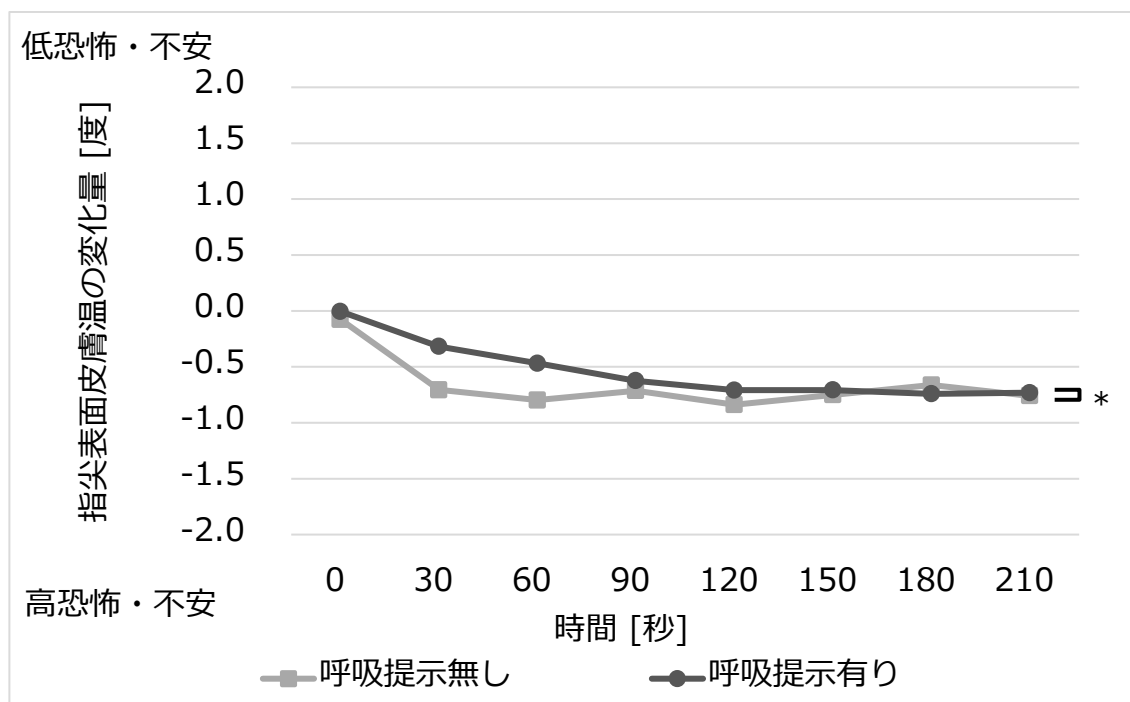


図 3.7 指尖表面皮膚温の計測結果 (n=7, \* :  $p<0.05$ )

### 3.3.8. 考察

STAI 状態不安尺度において、実験前の得点に対し呼吸提示無しの得点が有意に上昇していたことから、解析対象とした被験者達は、主観において不安の情動を喚起していたと考えられる。一方で、映像刺激の視聴後であるにもかかわらず実験前の得点と呼吸提示有りの得点には有意な差が見られなかった。しかし、呼吸提示無しと呼吸提示有りにおいて、有意な差は見られなかった。このことから、呼吸提示による不安軽減効果の可能性が考えられる。

指尖表面皮膚温において、温度の低下は、恐怖や不安の情動を喚起させる刺激により、血流量を支配する自律神経系の働きによって末梢血管が収縮するためと考えられる[46, 47]。また、Kistler ら[48]は、映像刺激を用いた実験から、血管の収縮と指尖表面皮膚温の低下を報告している。これらのことから、本章の実験で見られた、指尖表面皮膚温における有意な経時的低下は、恐怖や不安の情動によるものと考えられる。また、呼吸提示の有無における有意な差から、疑似的な呼吸の提示による身体接触に対し、恐怖や不安の軽減効果が示唆された。

口頭調査において、解析対象である 7 名の被験者は「もう一人の被験者」という虚偽情報を完全に、もしくは半信半疑ながらも皆信じていた。このことから、本システムの動きを、呼吸時における胸郭の動きとして認識していたと考えられる。また、「あぐらをかいて座る恋人の中に入れてもらっている感じ」という感想から、本システムが提示する擬似的な呼吸やそれによる擬似的な身体接触は、後ろから抱かれている感覚や、腹部や胸部など人の前面に寄りかかっている感覚を想起させる提示内容と考えられる。

しかし、本実験では、被験者 12 名に対し、主観において不安の情動を喚起していなかった被験者 5 名を除外した、7 名を対象に解析を行った。解析対象となるサンプル数の少なさを考慮し、虚偽情報に対し、完全に、もしくは半信半疑ながらも信じていた被験者の結果を合わせて解析した。またサンプル数の少なさだけでなく、実験前に全ての被験者に対し、呼吸時における胸郭の動きとして認識させることを目的とした虚偽情報を教示している。そのためこの実験 2 のプロトコルでは、人間の呼吸と認識した場合と人間としての認識を一切持たなかった場合を完全に切り分けることはできない。このことから、本章の結果からは、本システムが提示する動きを、擬似的な身体接触として認識した結果なのか、単純な物理的動作として認識したうえでの結果なのか、判別することは困難である。さらに、口頭調査において「映像を見ている際にシステムが気になった」や「映像に集中できないわけではないが、呼吸に意識が持って行かれる」という意見があったことから、恐怖や不安の情動が軽減したとしても、それは呼吸提示そのものの効果ではなく、提示することで映像へ注がれていた意識が散漫になり恐怖や不安の情動が喚起されず、その結果として得点が減少した可能性があげられる。

### 3.4. 結言

本章の目的は、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響の排除したうえで、擬似的な呼吸提示を用いた身体接触によって恐怖や不安が軽減されるか明らかにすることである。そして、擬似的な呼吸を提示することで身体接触しているような感覚を与え、恐怖や不安の軽減を目的とした椅子型のシステム“Breath Chair”を開発した。本システムは、身体接触をしているかのような感覚提示として、人間の呼吸時における胸郭の動き

を疑似的に提示する。ロボット型メディアにおいて、頭や腕や脚を追加せず胴体だけのメディアを作成した場合、コミュニケーション相手の投影がしばらく外形の影響を受けないことから、本システムでは胴体部分のみを作成することにした。また、近年の日本人のライフスタイルとして、1日のおよそ3分の1を座った姿勢で過ごしている点から、本システムでは作成した胴体部分をさらに椅子型のシステムにした。本システムは、密閉したウレタンスポンジを椅子の背もたれに内蔵している。ウレタンスポンジに対し、真空圧で圧縮および非圧縮を繰り返し行い、その体積変化によって、人間の呼吸時における胸郭の動きを疑似的に提示する。これにより身体接触しているかのような感覚を与え、恐怖や不安の軽減を目指した。開発したシステムを使用し、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響を排除したうえで、擬似的な呼吸提示を用いた身体接触によって恐怖や不安が軽減されるか、実験2による調査を行った。心理学的指標として STAI 状態不安尺度を、生理学的指標として指尖表面皮膚温を用いた。「もう一人の被験者」という虚偽情報を完全に、もしくは半信半疑ながらも信じていた被験者において、呼吸提示の有無により、STAI 状態不安尺度において得点に減少傾向が見られ、指尖表面皮膚温においても有意な差が見られた。しかし、本実験では、実験前に全ての被験者に対し、呼吸時における胸郭の動きとして認識させることを目的とした虚偽情報を教示している。そのためこの実験2では、人間の呼吸と認識した場合と人間としての認識を一切持たなかった場合を完全に切り分けることはできない。このことから、実験2によって、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響を排除したうえで、呼吸を模した動きを提示することによって恐怖や不安が軽減されることが明らかとなった。この呼吸を模した動きとは、システムが提示する動きを、擬似的な身体接触として認識した結果なのか、単純な物理的動作として認識したうえでの結果なのか、判別できないことを指す。

今後の課題として、本章での実験2とそのプロトコルに対し、システムの呼吸提示を、被験者が人の呼吸時の胸郭の動きと認識した結果によるものか、ただの物理的な運動として認識した結果によるものかを判別できない課題が残された。また、被験者の認識という観点として、仮に呼吸として認識した場合であったとしても、擬似的な呼吸提示による効果なのか、もう一人の被験者が隣室にいるという安心感など、擬似的な呼吸提示の効果で

はなく虚偽情報そのものによる影響によって恐怖や不安が軽減された可能性も、疑問として残る。さらに、恐怖や不安の情動が軽減されても、それは呼吸提示そのものの効果ではなく、提示することで映像へ注がれていた意識が散漫になり恐怖や不安の情動が喚起されず、その結果として減少した可能性も残る。

次章の第4章では、この第3章でも用いた椅子型システム **Breath Chair** を使用してさらに検証を進める。第3章と同じシステムを引き続き用いることで、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響の排除し、さらに本システムの提示内容に対するユーザの認識による影響と、身体接触の対象に対するユーザの認識による影響を考慮したうえで、引き続き擬似的な生理情報の提示と情動への影響の調査を行う。

## 4. 提示内容と身体接触への認識を考慮した 不特定な人物を想定した検証

### 4.1. 緒言

本章の目的は、第3章で開発した椅子型のシステム Breath Chair を引き続き用いた実験を行い、システムの提示内容に対するユーザの認識による影響と、身体接触の対象に対するユーザの認識による影響を考慮したうえで、擬似的な呼吸の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証することである。

前章の第3章で行った実験2において、擬似的な呼吸提示による効果なのか、もう一人の被験者が隣室にいるという安心感など、擬似的な呼吸提示の効果ではなく虚偽情報そのものによる影響によって恐怖や不安が軽減されたのかという、身体接触の対象に対するユーザの認識に関して課題が残された。ここでさらに、身体接触の対象に対するユーザの認識による影響という観点から、この第4章を第3章と独立して新たに設けた意図、第4章と第3章における根本的な差異を説明する。

身体接触によって恐怖や不安が軽減されるだけでなく、身体接触をする相手は、親しい友人や恋人や家族など特定の人物に限らず、不特定な人物との身体接触であっても、恐怖や不安を軽減すると考えられる[5]。しかし、たとえ不特定な人物とですら、身体接触によって恐怖や不安を軽減することがあったとしても、そもそも身体接触をするには、暗闇など特殊な環境下を除き、身体接触をする者同士の親密さが深く関わっていると考えられる[7]。

第1章の冒頭でも述べた通り、本研究の目指すところは、他者の存在感によって、情動面において安らかでいられる生活環境を実現することにある。そして本研究の取り組みは、第1.2.7項にて先行事例と比して述べた通り、例えば複数の人間が同じ部屋に居て空間を共有し、互いの存在は感じているが、会話などのコミュニケーションを行い好意や幸福や怒りなど特定の感情を喚起しているわけではない場合、謂わばただただ空間を共有しているだけでそれぞれが個別に過ごしている場合を想定している。空間を共有している者同士が、空間を共有しているからといって必ずしも絶えず会話などのコミュニケーションを行っているわけではないだろう。そして、それらコミュニケーションによる影響ではなく、人と

人が一緒にいることの影響を調査することが本研究の目的である。

第3章での実験2は、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響の排除と、椅子型システム **Breath Chair** が提示する動きを呼吸として、人のそれとして被験者に認識させるために、「もう一人の被験者」という虚偽情報を扱った。しかし第4章では、擬似的な呼吸提示とそれによる身体接触を行う相手が、被験者にとって不特定であったとしても、恐怖や不安は軽減するのをも含めて、実験3-1および実験3-2を新たに行う。第4章での実験3-1および実験3-2は、第3章で行った実験2と実験手順においてはほぼ同じである。さらに、同一の虚偽情報を扱いつつも、その「もう一人の被験者」が持つ第3章と第4章における性質は大きく異なる。これら違いを明らかにし、各実験内容と混同され誤解されることを避ける目的で、追実験としてではなく独立した章として、第4章を設けた。

#### **4.2. 実験3：提示内容と身体接触への認識を考慮し不特定の人物を想定した検証**

この実験3の目的は、第3章で開発した椅子型システム **Breath Chair** を引き続き用いた実験を行うことで、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響を排除し、加えてシステムの提示内容に対するユーザの認識による影響と、身体接触の対象に対するユーザの認識による影響を考慮したうえで、擬似的な呼吸の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証することである。さらに、擬似的な身体接触を行う相手が被験者にとって不特定の人物であっても、恐怖や不安が軽減されるか明らかにすることである。これらを目的とした実験を行うにあたり、本システムの呼吸提示に対し、被験者が人の呼吸時の胸郭の動きと認識した結果によるものか、ただの物理的な運動として認識した結果によるものかを判別しなければならない。そこでこの実験3では、同一の実験であり被験者への教示内容だけが異なる実験3-1と実験3-2を行った。実験3-1は、**Breath Chair** の呼吸提示を、ただの物理的な運動とそれによる外部刺激として扱う。実験3-2は、**Breath Chair** の呼吸提示を、遠隔地にいる人物の呼吸をリアルタイムにセンシングし再現した呼吸として扱う。また、本実験の目的は恐怖や不安の軽減であるが、被験者の主観や認識に対する偏向を排除する目的で、実験3-1および実験3-2における実験前の教示では「本システムの提示内容により、ポジティブやネガティブ関



係なく、どのような影響が生じるか調査することを目的としている」と教示した。実験終了後に、本来の目的を改めて説明した。

まずこの第 4.2 節で実験 3-1 および実験 3-2 で共通する内容に関し記述し、第 4.3 節で実験 3-1 に関して、第 4.4 節で実験 3-2 に関してそれぞれ述べる。

#### 4.2.1. 対象と実験環境

本実験では、心理学的指標として STAI 状態不安尺度を、生理学的指標として指尖表面皮膚温を用いた。被験者は、より均質で実験環境に適応できることから成人を対象とした。また、本実験にて心理学的な指標として使用する STAI の、その原本を作成した Spielberger ら[80]の実験において、大学生を対象に実験を行っていることから、本実験においても、成人した大学生を対象とした。総計で 56 名の被験者（男性 45 名、女性 11 名、年齢 20.7±1.7 歳）に対し本実験を行い、うち 26 名に対して実験 3-1 を、30 名に対して実験 3-2 を実施した。なお、この 56 名の被験者には、第 3 章で実施した実験 2 の被験者は一切含まれていない。被験者には、本研究の目的、実験方法、実験に参加しなくても不利益を受けないこと、一端実験が開始しても途中の実験協力の中断も含めて自由意志であること、得られたデータは統計処理を行い、個人を特定した形での検討を行わず、プライバシーは確保されることを口頭と文面で説明し同意を得た。

実験は、人の出入りがなく、空調設備のある部屋を使用した。室内の照明は、本多ら[79]の実験に基づき、約 30lx に設定した。本実験では、自律神経系に基づく生理学的指標を扱うことから、交感神経系に影響を及ぼしうる要因を可能な限り除去するため、被験者には前日の飲酒や当日の運動を控えるよう指示し、実験開始 2 時間前から水以外の飲食も控えさせた。映像刺激の視聴は、23 インチのディスプレイを被験者の約 1m 前方に設置した。実験中は、実験者は実験室から終始退室し、実験室内には被験者だけの状態とした。

#### 4.2.2. Breath Chair による提示内容

実験 3.1 および実験 3.2 において、Breath Chair の呼吸提示をただの物理的な運動とそれによる外部刺激として扱うか、遠隔地にいる人物の呼吸をリアルタイムにセンシングし

再現した呼吸として扱うか、被験者へのその教示が異なるだけで、Breath Chair の提示内容そのものは同一である。そして Breath Chair の提示内容は、第 3.2 節のシステム構成と同じく、成人の平均的な呼吸の速さと、呼気と吸気に関するリズムの割合で制御したものを扱う。

本システムは、実在の人物から呼吸の速さやリズムをセンシングし提示することも可能である。第 4.4 節にて改めて詳細を述べるが、Breath Chair の提示内容を呼吸として扱う実験 3-2 では、被験者に呼吸として認識させることを目的として、虚偽情報とともに、実験者の呼吸をリアルタイムでセンシングし、それと同期して本システムが稼働する様を実演して見せた。実在の人物からセンシングすることで、成人の平均的な呼吸の速さやリズムに基づき作成したものよりも、より人間に近い擬似的な呼吸提示が期待できる。

しかし、この実験 3 の目的の 1 つは、擬似的な身体接触を行う相手が被験者にとって不特定な人物であっても、恐怖や不安が軽減されるか明らかにすることである。そのため、実在の人物の呼吸に基づき制御することでその人物の性別や年齢の特徴が表れてしまう可能性を排除する目的で、実際に被験者に提示する Breath Chair の提示内容は、成人の平均的な呼吸の速さと、呼気と吸気に関するリズムの割合で制御したものをを用いた。

#### 4.2.3. 恐怖や不安の情動を喚起させる刺激

被験者に恐怖や不安の情動を喚起させること、および軽減の変化をより顕著に計測するために、第 3 章の実験 2 にて用いた、Alexandre ら[83]の実験において恐怖の情動を喚起すると報告されている映像のうち 2 つを、負荷刺激として用いた。

#### 4.2.4. 実験の手順

実験 3-1 および実験 3-2 の手順を図 4.1 に示す。本実験では、開発した椅子型のシステム Breath Chair に実験環境下で座り、目をつぶりリラックスした状態で 3 分間安静にしてもらった。その後 STAI 状態不安尺度および STAI 特性不安尺度を用いた質問紙法による測定を行った。次に介入 1 として、映像視聴を行った。その後、STAI 状態不安尺度による測定を行い、合計 6 分間安静にしてもらった。さらに介入 2 として、介入 1 と同様の操作を繰

り返し行った。実験終了後に、実験に対する感想や意見等に対し、口頭調査を行った。介入1および介入2において、映像視聴および直後3分間の安静期間に対して、一方では「提示有り」の条件として本システムを稼働させ、もう一方では「提示無し」の条件として、本システムを稼働させずに行った。2つの映像刺激と提示の有無における組み合わせに対しては無作為に割り振り行うことで、順序効果および交互作用へのカウンターバランスを取った。

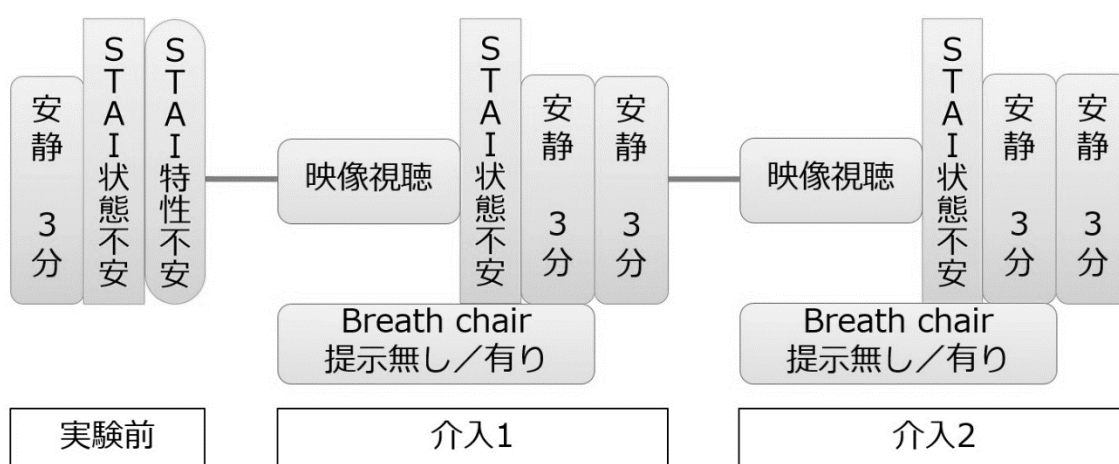


図 4.1 システム構成図

#### 4.2.5. 分析方法

STAI 状態不安尺度に対しては一要因分散分析を行った。指尖表面皮膚温に対しては、二要因分散分析を行った。各分散分析の多重比較には Tukey 法を用いた。有意水準  $p < 0.05$  の場合に有意とした。

指尖表面皮膚温に対しては、本多ら[79]の実験に基づき、30秒ごとの平均値を算出した。また、介入1および介入2での各映像視聴に対し、被験者ごとに映像視聴直前の安静時の平均値をベースラインとして求め、映像視聴時の値からベースラインの値を引いた変化量を算出した。

#### 4.2.6. 仮説と予測

擬似的な身体接触を行う相手が被験者にとって不特定な人物であっても、恐怖や不安が軽減されるという仮説を立て、本システムの提示内容を呼吸として提示する実験 3-2 において、提示無しよりも提示有りの方が恐怖や不安が低くなると予想した。また、高野ら[65]の実験における、マッサージチェアの「叩き」を使用し、呼吸波形に基づく特定の接触振動圧刺激を提示した場合でも、被験者の心身に影響が見られた事例から、本章における、本システムの提示内容をただの物理的な運動として提示する実験 3-1 においても、提示無しよりも提示有りの方が恐怖や不安が低くなりうると予想した。そのうえで、呼吸として提示する実験 3-2 の方が、映像視聴の前後や、提示の有無における恐怖や不安の違いが現れると予想した。

#### 4.3. 実験 3-1：外部刺激としての提示と情動への影響

実験 3-1 は、本システムの提示内容に対し、ただの物理的な運動として認識した場合の検証を目的とする。被験者には、本システムの提示内容と実験目的に関し「外部刺激の提示と情動への影響の調査」と教示した。実験 3-1 は 26 名の被験者（男性 22 名、女性 4 名、年齢  $20.5 \pm 1.7$  歳、 $\text{mean} \pm \text{S.D.}$ ）に行った。STAI 状態不安尺度の得点において、実験前より Breath Chair 提示無しの条件で映像視聴した方が低く、主観において映像刺激により不安の情動を喚起していなかった被験者を、恐怖や不安の軽減を目的とする本実験に対し不適切とし、解析対象から 7 名の被験者を除外した。また、実験 3-1 は、被験者が本システムの提示内容に対し、ただの物理的な運動として認識した場合の検証を目的としているため、実験後の口頭調査において、本システムの提示内容に対し人の呼吸を連想したと回答した 1 名をさらに解析対象から除外した。これらにより、実験 3-1 では 18 名の被験者をただの物理的な運動として認識した場合の解析対象とする。

##### 4.3.1. 実験 3-1 の結果

STAI 状態不安尺度における結果を、表 4.1 および図 4.2 に示す。STAI 状態不安尺度に関する結果として、実験前  $37.67 \pm 7.0$  点、Breath Chair 提示無し  $49.7 \pm 9.3$  点、Breath

Chair 提示有り 47.2±11.7 点であった。一要因分散分析を行った結果、映像刺激の視聴前後で有意な主効果が見られた ( $F(2, 34) = 13.91, p < 0.05$ )。多重比較の結果、実験前と Breath Chair 提示無しとの間で有意な差が見られた ( $p < 0.05$ )。また、実験前と Breath Chair 提示有りとの間で有意な差が見られた ( $p < 0.05$ )。

指尖表面皮膚温における結果として、映像視聴時の 210 秒間の結果を図 4.3 に示す。図 4.3 におけるグラフの横軸に関し、まず映像視聴を開始した時点の指尖表面皮膚温を、0 秒として示す。そしてそれ以降は、30 秒間ごとの平均値を示す。さらに、映像視聴直後の 210 秒間の結果として、その 30 秒ごとの平均値を図 4.4 に示す。二要因分散分析を行ったところ、映像視聴時の結果に対しては、有意な差は見られなかった。映像視聴直後の結果に対しては Breath Chair 提示の有無による主効果が認められた ( $F(1, 327) = 5.56, p < 0.05$ )。

表 4.1 外部刺激としての提示における STAI 状態不安尺度の計測結果 (mean±S.D.)

(n=18)

群	STAI 状態不安尺度の得点 (点)
実験前	37.67±7.0
Breath Chair 提示無し	49.7±9.3
Breath Chair 提示有り	47.2±11.7

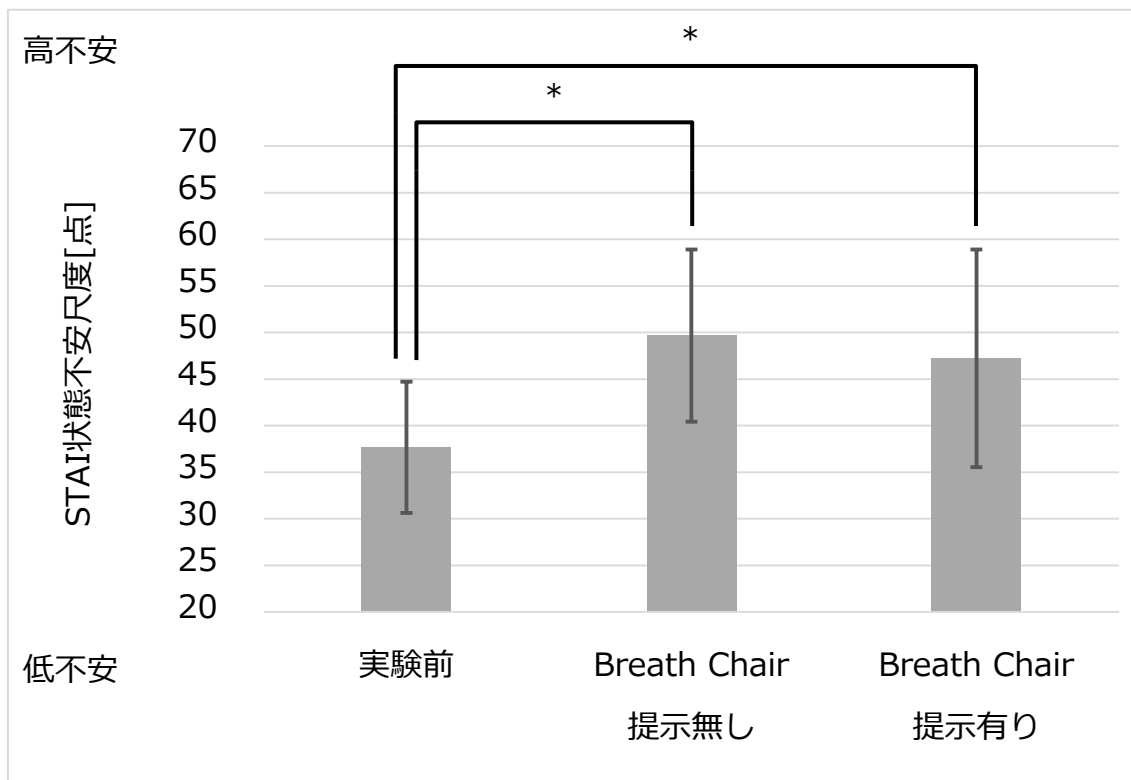


図 4.2 外部刺激としての提示における STAI 状態不安尺度の計測結果 (n=18, \* $p<0.05$ )

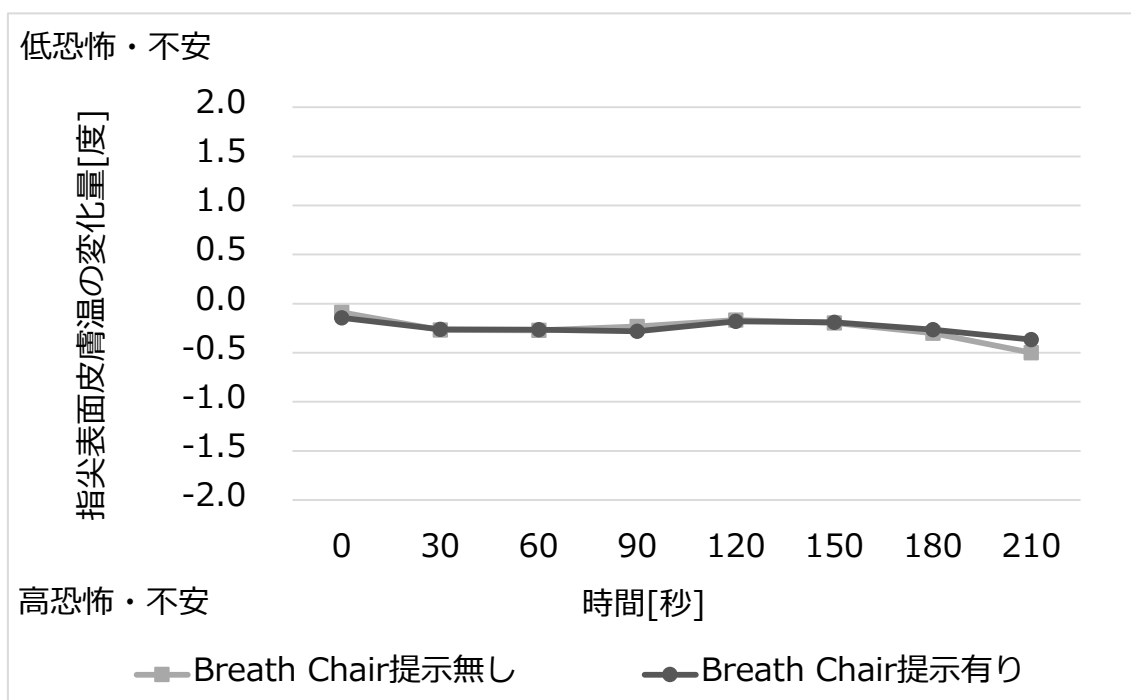


図 4.3 外部刺激としての提示における映像視聴時の指表面皮膚温の計測結果 (n=18)

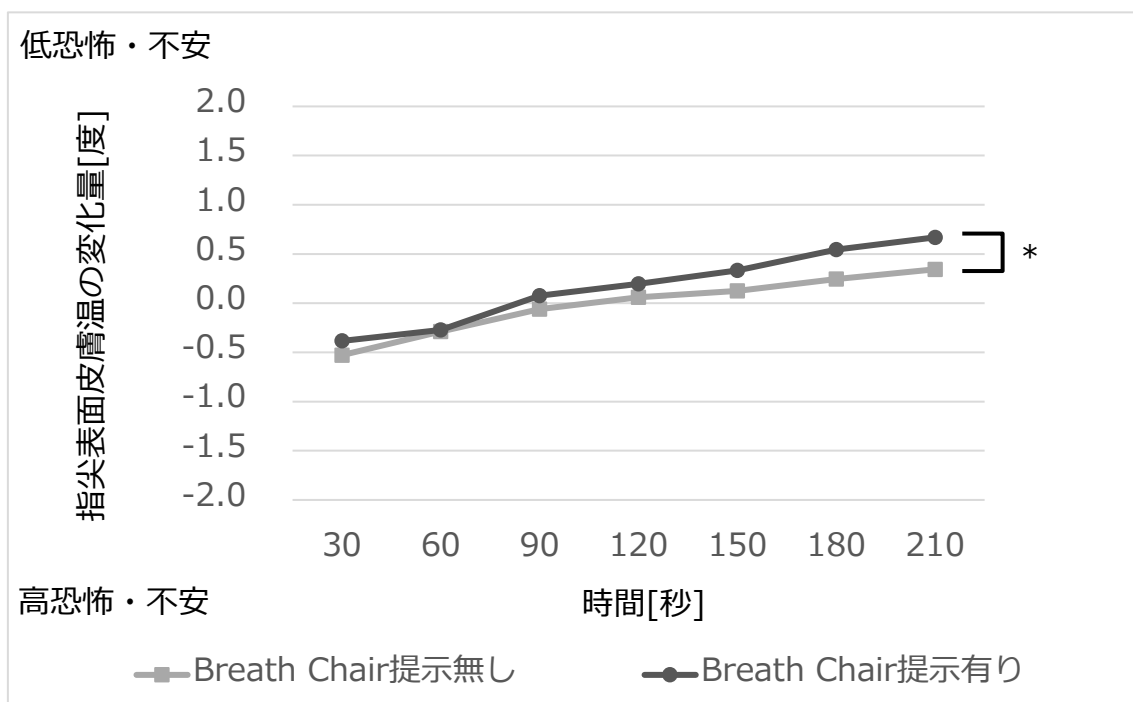


図 4.4 外部刺激としての提示における映像視聴直後の指尖表面皮膚温の計測結果 (n=18, \*  $p<0.05$ )

#### 4.4. 実験 3-2 : 呼吸としての提示と情動への影響

実験 3-2 は、本システムの提示内容に対し、呼吸として認識した場合の検証を目的とする。被験者には、本システムの提示内容と実験目的に関し「呼吸の提示による擬似的な身体接触と情動への影響の調査」と教示した。本システムの提示内容を呼吸と認識される目的で、被験者には「実験室の隣室にはもう一人被験者がいる。そのもう一人の被験者は安静にすごしており、その呼吸をリアルタイムにセンシングし、本システムを介して、その胸郭の動きを提示している」という虚偽情報を実験前に教示した。虚偽情報に関しては、親密な関係にある特定の人物ではなく、不特定な人物との身体接触による影響を調査する目的で「もう一人の被験者」とだけ教示した。さらに、実際に実験で用いた提示内容は実験 3-1 と同じく、成人の平均的な呼吸に基づき作成したものをを用いたが、虚偽情報をより確かに信じさせる目的で、実験前に、胸郭可動域測定装置(竹井機器工業株式会社製 T.K.K.3345)を実験者が装着し、実際にリアルタイムでセンシングした胸郭の動きと同期して本システムが稼働する様を実演して見せた。実験終了後の口頭調査にて、被験者には虚偽情報であつ

たことを暴露した。

実験 3-2 は、実験 3-1 とは異なる 30 名の被験者（男性 23 名、女性 7 名、年齢  $21.5 \pm 1.6$  歳）に行った。STAI 状態不安尺度の得点において、実験前より Breath Chair 提示無しの条件で映像視聴した方が低く、主観において映像刺激により不安の情動を喚起していなかった被験者を、恐怖や不安の軽減を目的とする本実験に対し不適切とし、解析対象から 6 名の被験者を除外した。また、実験 3-2 は、被験者が本システムの提示内容を、呼吸として認識した場合の検証を目的としているため、実験後の口頭調査において、虚偽情報に疑いを持ち、本システムの提示内容に対し人であると信じていなかった 3 名をさらに解析対象から除外した。これらにより、実験 3-2 では 21 名の被験者を呼吸として認識した場合の解析対象とする。

#### 4.4.1. 実験 3-2 の結果

STAI 状態不安尺度における結果を、表 4.2 および図 4.5 に示す。STAI 状態不安尺度に関する結果として、実験前  $36.2 \pm 6.5$  点、Breath Chair 提示無し  $49.6 \pm 9.7$  点、Breath Chair 提示有り  $44.7 \pm 10.9$  点であった。一要因分散分析を行った結果、映像刺激の視聴前後で有意な主効果が見られた ( $F(2, 40) = 25.3, p < 0.05$ )。多重比較の結果、実験前と Breath Chair 提示無し、実験前と Breath Chair 提示有り、それぞれの間で有意な差が見られた ( $p < 0.05$ )。また、Breath Chair 提示無しと呼吸提示有りとの間でも有意な差が見られた ( $p < 0.05$ )。

指尖表面皮膚温における結果として、映像視聴時の 210 秒間の結果を図 4.6 に示す。図 4.6 におけるグラフの横軸に関し、まず映像視聴を開始した時点の指尖表面皮膚温を、0 秒として示す。そしてそれ以降は、30 秒間ごとの平均値を示す。さらに、映像視聴直後の 210 秒間の結果として、その 30 秒ごとの平均値を図 4.7 に示す。二要因分散分析を行ったところ、映像視聴時の結果に対しては、有意な差は見られなかった。映像視聴後の結果に対しては Breath Chair 提示の有無による主効果が認められた ( $F(1, 286) = 5.57, p < 0.05$ )。

実験後の口頭調査において、映像視聴時に Breath Chair 提示によって集中できなかったことを申告した被験者は、21 名のうち 2 名のみであった。また「呼吸の提示中、体験している呼吸に対し、もう一人の被験者がどんな人物か想像したり、特定の人物像を想像した



か」という問いに対し、21名のうち18名が具体的な人物像を想像していなかったと回答した。また想像していた3名は、実験者を想像していたと回答した。

表 4.2 外部刺激としての提示における STAI 状態不安尺度の計測結果 (mean±S.D.)  
(n=18)

群	STAI 状態不安尺度の得点 (点)
実験前	36.2±6.5
Breath Chair 提示無し	49.6±9.7
Breath Chair 提示有り	44.7±10.9

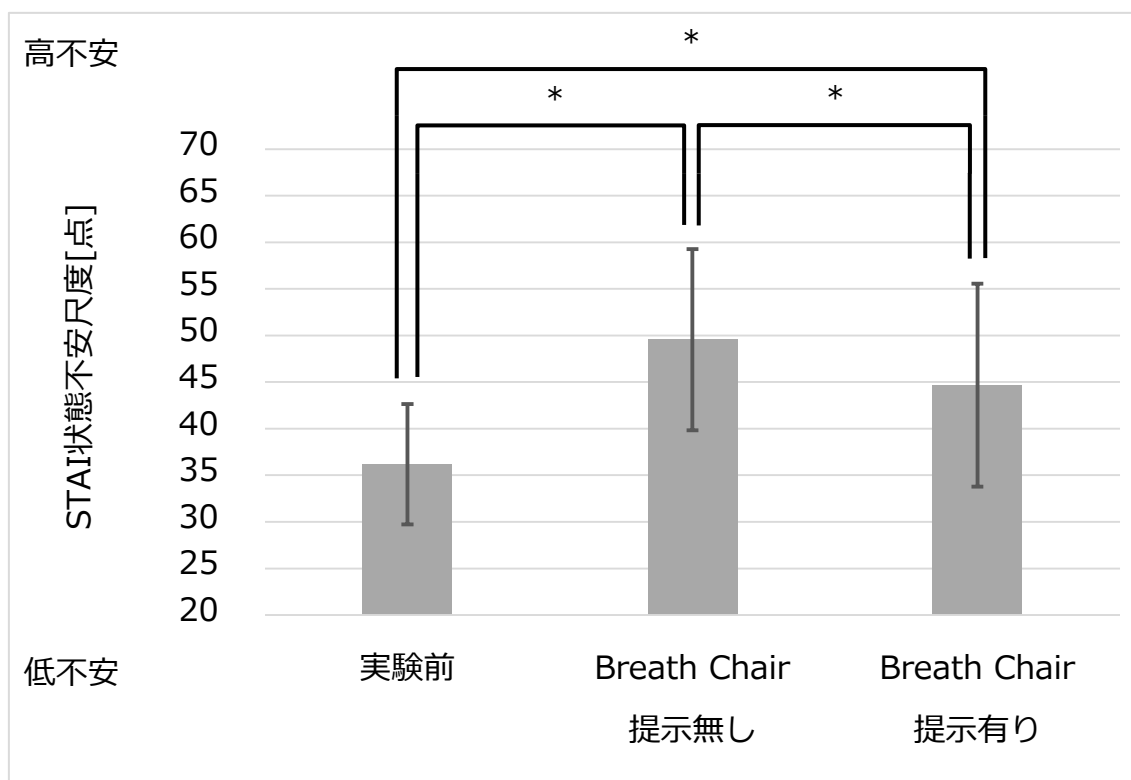


図 4.5 呼吸としての提示における STAI 状態不安尺度の計測結果 (n=21, \*  $p < 0.05$ )

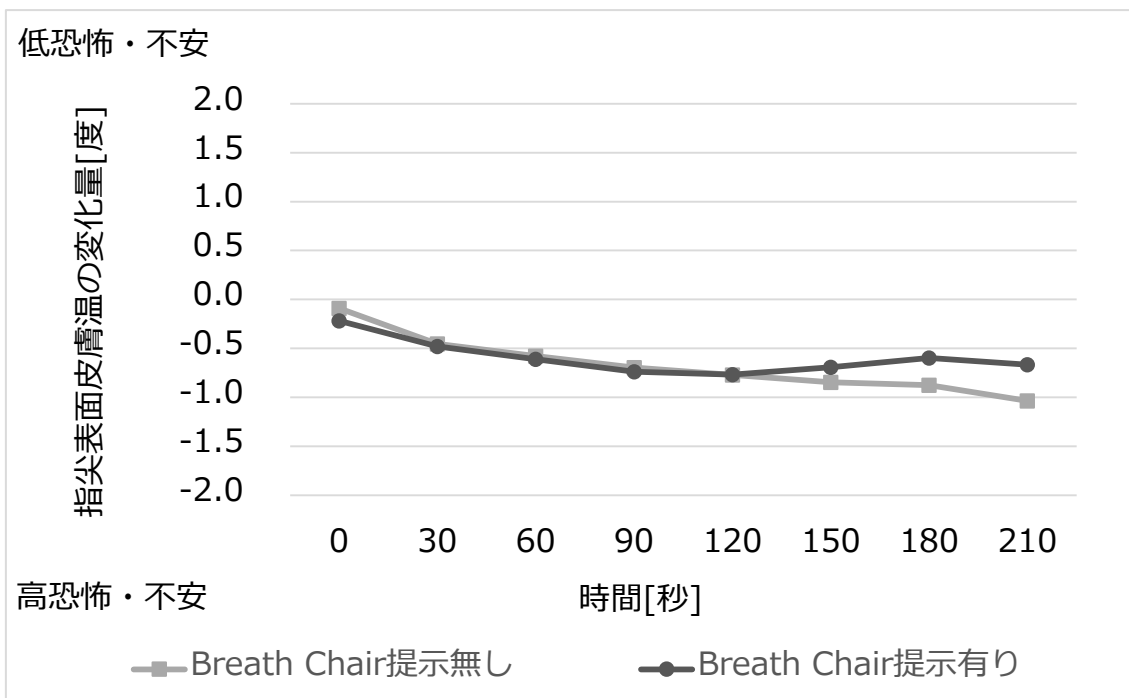


図 4.6 呼吸としての提示における映像視聴時の指尖表面皮膚温の計測結果 (n=21)

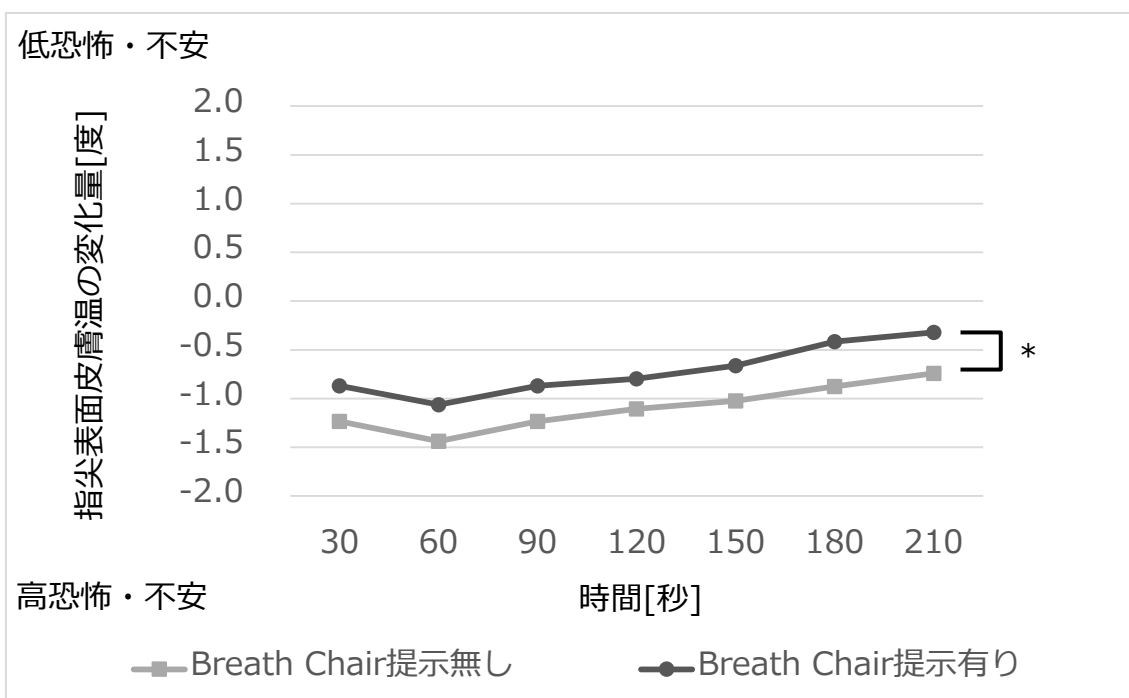


図 4.7 呼吸としての提示における映像視聴直後の指尖表面皮膚温の計測結果 (n=21, \*  $p < 0.05$ )

#### 4.5. 考察

本節は 5 つのパラグラフから構成されており、この第 1 パラグラフでは本節の構成について述べる。第 2 パラグラフでは STAI 状態不安尺度の結果に対して考察する。第 3 パラグラフでは指尖表面皮膚温に対して考察する。そのうえで第 4 パラグラフでは、STAI 状態不安尺度、指尖表面皮膚温、口頭調査の結果を総合して考察する。最後の第 5 パラグラフでは、擬似的な身体接触の相手は親しい間柄にある特定の人物に限らず、不特定な人物であっても恐怖や不安は軽減する可能性について述べる。

STAI 状態不安尺度において考察する。本実験では **Breath Chair** 提示無しの状態、つまり従来の椅子に座った状態と同じ条件で映像視聴した場合の得点が実験前の得点よりも高く、不安の情動が喚起された被験者を解析対象とした。そして、外部刺激として提示した実験 3-1 においても、呼吸として提示した実験 3-2 においても、実験前と提示無しの得点には有意な差が認められた (図 4.2, 図 4.5)。このことから、まず本実験で用いた映像刺激とその視聴は、たしかに不安の情動を喚起させる働きがあったと考えられる。次に、**Breath Chair** からの提示を行うことで得点が減少したとしても、提示内容そのものの効果ではなく、提示することで映像へ注がれていた意識が散漫になり不安の情動が喚起されず、その結果として得点が減少した可能性があげられる。しかし、実験 3-1 において、実験前に対し提示有りの場合も有意に得点は上昇しており、なおかつ **Breath Chair** 提示の有無に有意な差は認められなかった。このことから、**Breath Chair** 提示によって映像へ注がれていた意識が散漫になることはなく、映像刺激が意図した通りに情動を喚起させていると考えられる。さらに、外部刺激として提示した実験 3-1 では、提示の有無による得点の減少に有意な差は認められなかった (図 4.2) ことに対し、呼吸として提示した実験 3-2 では、提示の有無においても有意な得点の減少が認められた (図 4.5)。このことから、ただの物理運動やそれによる外部刺激を提示するだけでは不安の軽減には結びつかず、人の呼吸としての動きや、その認識が被験者にあったからこそその結果であると考えられる。また、この呼吸として提示した場合に限って、提示の有無で有意に得点が減少し、不安が軽減された結果に対し、隣室にいるもう一人の被験者の呼吸という情報により、もう一人の被験者に対して意識が注がれ、映像への注意が散漫になった可能性も上げられる。しかし、実験後の口頭調査に

において Breath Chair 提示によって集中できなかったことを申告した被験者は、21 名のうち 2 名のみであった結果から、隣室にいるもう一人の被験者を意識することによって映像刺激への注意が散漫になり、その結果として不安を感じなかったのではなく、本システムによる呼吸提示と、リアルタイムにセンシングされた人の呼吸の提示であるという認識の組み合わせにより、不安が軽減した可能性が示唆された。

指尖表面皮膚温において、温度の低下は、恐怖や不安の情動を喚起させる刺激により、血流量を支配する自律神経系の働きによって末梢血管が収縮するためと考えられる[46, 47]。また、Kistler ら[48]は、映像刺激を用いた実験から、血管の収縮と指尖表面皮膚温の低下を報告している。これらのことから、本章の実験 3-1 および実験 3-2 で見られた、指尖表面皮膚温における低下は、恐怖や不安の情動によるものと考えられる。

実験 3-1 および実験 3-2 の映像視聴時では、視聴時間の経過と共に提示無しよりも提示有りの方が、指尖表面皮膚温の低下量は小さくなったが、提示の有無における有意な差は認められなかった(図 4.3, 図 4.6)。これに対し、映像視聴直後の結果においては、実験 3-1 および実験 3-2 とも提示有りの方が、指尖表面皮膚温の低下量は有意に小さくなった(図 4.4, 図 4.7)。呼吸として提示した実験 3-2 だけでなく、外部刺激として提示した実験 3-1 においても、映像視聴直後の結果に対し提示の有無による有意な差が認められていることから、実験 3-2 における有意差は「隣室に人が居る」という虚偽情報そのものによる効果ではなく、呼吸としての提示による効果であると考えられる。また実験 3-1 および実験 3-2 において、映像視聴時には提示の有無による有意差が見られず、視聴終了後に対してのみ提示の有無による有意差が見られたのは、映像刺激の視聴の終了に伴い、恐怖や不安の情動を喚起させる負荷刺激が取り払われたため、視聴時と直後とで有意差の有無が表れたと推測する。

実験 3-1 および実験 3-2 における STAI 状態不安尺度、指尖表面皮膚温、口頭調査の結果を総合し、本システムによる擬似的な呼吸提示を用いた身体接触によって恐怖や不安が軽減されたことが示唆された。

さらに、呼吸として提示された際に、被験者は具体的な人物像を想像すらしていなかったことから、擬似的な身体接触の相手は親しい間柄にある特定の人物に限らず、不特定な

人物であっても恐怖や不安は軽減する可能性があげられる。

#### 4.6. 結言

本章の目的は、第3章で開発した椅子型のシステム **Breath Chair** を引き続き用いた実験を行い、システムの提示内容に対するユーザの認識による影響と、身体接触の対象に対するユーザの認識による影響を考慮したうえで、擬似的な呼吸の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証することである。さらに、擬似的な身体接触を行う相手が被験者にとって不特定の人物であっても、恐怖や不安が軽減されるか明らかにすることである。そして、同一の提示内容と実験プロトコルを扱い、外部刺激として教示し提示する実験 3-1 と、呼吸として教示する実験 3-2 というように分けた、実験 3 を行った。実験 3-1 および実験 3-2 における STAI 状態不安尺度、指尖表面皮膚温、口頭調査の結果を総合し、本システムによる擬似的な呼吸提示を用いた身体接触によって、恐怖や不安の情動が軽減されたことが示唆された。また、擬似的な身体接触の相手は親しい間柄にある特定の人物に限らず、不特定の人物であっても恐怖や不安を軽減する可能性があげられる。

## 5. 結論

### 5.1. 本稿のまとめ

本稿では、他者の存在感によって、情動面において安らかでいられる生活環境を実現することを最終的な目標として掲げたうえで、工学的システムを介し、ユーザへの擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるかについて議論した。

まず、第 1 章では、未婚率の上昇や単独世帯の増加、独身者における異性との交際状況など社会的な変化に触れ、人間の代替となる工学的システムによる擬似的な身体接触の必要性を述べた。そのうえで、本研究の立ち位置を示すとともに、擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証するうえで、考慮すべきことについて述べ、本研究の目的を明らかにした。

第 2 章では、工学的システムを介し、ユーザへの擬似的な生理情報の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証することが目的である本研究に対し、本研究で扱う生理情報の選定を行った。その際に、本研究で扱う不安の情動が、社会的問題となっている睡眠不足と密接な関係にあることにも着目し、第 2 章では抱き枕型システム“ZZZoo Pillows”の開発を行った。抱き枕型システムは、抱き枕に内蔵した風船に空気を送り込むことで、呼吸する人間の胸部のように膨張と収縮を行い、抱き枕内に温水を循環させることで、人と添い寝しているような温もりを提示する。また、重ねたゴムシートの中に空気を流し振動させることで、いびきのような音を発生させる。呼吸、体温、いびき、これら 3 つの生理情報に対する不安の軽減効果を検証し、その結果から、本研究で扱う恐怖や不安の軽減が期待できる生理情報の選定を行った。実験 1 では、心理学的指標として STAI 状態不安尺度を用いた。結果として、仰臥位群と無提示群における抱き枕の有無に対し、有意な差は見られなかった。また、無提示群と体温提示群における、温水の循環による体温提示の有無に対し、有意な差は見られなかった。しかし、仰臥位群と体温提示群においては、体温提示群の得点は有意に高くなり、不安に及ぼす影響として、不安を上昇させることが確認された。これは、抱き枕型システムに対する慣れ親しみと、温水の循環を用いた体温提示に伴う、重量増加の影響が考えられる。また、体温提示群に対

し、抱き枕を用いる無提示群や、デバイスによる提示を行ういびき提示群や全提示群とは有意な差が見られなかった。しかし、呼吸提示群とは有意な差が見られ、呼吸提示群の得点は有意に低くなった。これは、体温提示に伴う重量増加の差異に加え、呼吸の提示により安心感を抱き、得点が低くなった可能性があげられる。このことから、抱き枕型システムが有する呼吸、体温、いびきの各提示内容において、呼吸の提示に対し不安軽減の可能性が見られた。

第3章では、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響を排除したうえで、擬似的な呼吸提示を用いた身体接触によって恐怖や不安が軽減されるか調査を行った。まず、人間を代替する工学的システムに対し、第2章における実験1の結果より、扱う生理情報を呼吸とした。そしてシステムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響を可能な限り排除するために、人間の胴体部分だけを作成し、さらに日本人のライフスタイルの観点から椅子型システム“Breath Chair”を開発した。さらに加えて、触覚の観点と視覚の観点から、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響を可能な限り排除するために、呼吸の提示を行う部位が背中であることの妥当性を述べた。椅子型システムは、密閉したウレタンスポンジを椅子の背もたれに内蔵している。ウレタンスポンジに対し、真空圧で圧縮および非圧縮を繰り返し行い、その体積変化によって、人間の呼吸時における胸郭の動きを疑似的に提示する。これにより身体接触しているかのような感覚を与え、恐怖や不安の軽減を狙う。椅子型システムを用いて、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響を排除したうえで、擬似的な呼吸提示を用いた身体接触によって恐怖や不安が軽減されるか明らかにすることを目的とした実験2を行った。心理学的指標としてSTAI状態不安尺度を、生理学的指標として指尖表面皮膚温を用いた。「もう一人の被験者」という虚偽情報を完全に、もしくは半信半疑ながらも信じていた被験者において、呼吸提示の有無により、STAI状態不安尺度において得点に減少傾向が見られ、指尖表面皮膚温においても有意な差が見られた。しかし、この実験2では、実験前に全ての被験者に対し、呼吸時における胸郭の動きとして認識させることを目的とした虚偽情報を教示している。そのため実験2では、人間の呼吸と認識した場合と人間としての認識を一切持たなかった場合を完全に切り分けることはできない。このことから、実験2によって、システムの外

形や質感がもたらすユーザの認識への影響を排除したうえで、呼吸を模した動きを提示することによって恐怖や不安が軽減されることが明らかとなった。この呼吸を模した動きとは、システムが提示する動きを、擬似的な身体接触として認識した結果なのか、単純な物理的動作として認識したうえでの結果なのか、判別できないことを指す。

第4章では、第3章で開発した椅子型のシステム **Breath Chair** を引き続き用いた実験を行うことで、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識への影響を排除し、加えてシステムの提示内容に対するユーザの認識による影響と、身体接触の対象に対するユーザの認識による影響を考慮したうえで、擬似的な呼吸の提示とそれによる擬似的な身体接触によって、恐怖や不安の情動の軽減が可能であるか検証を行った。身体接触によって恐怖や不安が軽減されるだけでなく、身体接触をする相手は、親しい友人や恋人や家族など特定の人物に限らず、不特定の人物との身体接触であっても、恐怖や不安を軽減すると考えられる。このことを踏まえ、第4章では、擬似的な呼吸提示とそれによる身体接触を行う相手が、被験者にとって不特定であったとしても、恐怖や不安は軽減するのかをも含めて検証を行い、その第3章と第4章における大きな性質の違いを述べた。実験3を行うにあたり、椅子型システムの呼吸提示に対し、被験者が人の呼吸時の胸郭の動きと認識した結果によるものか、ただの物理的な運動として認識した結果によるものかを判別しなければならない。そこでこの実験3では、同一の実験であり被験者への教示内容だけが異なる実験3-1と実験3-2を行った。実験3-1は、**Breath Chair** の呼吸提示を、ただの物理的な運動とそれによる外部刺激として扱った。実験3-2は、**Breath Chair** の呼吸提示を、遠隔地にいる人物の呼吸をリアルタイムにセンシングし再現した呼吸として扱った。実験3-1および実験3-2におけるSTAI状態不安尺度、指尖表面皮膚温、口頭調査の結果を総合し、椅子型システムによる擬似的な呼吸提示を用いた身体接触によって、恐怖や不安の情動が軽減されたことが示唆された。また、擬似的な身体接触の相手は親しい間柄にある特定の人物に限らず、不特定の人物であっても恐怖や不安を軽減する可能性があげられた。

本稿でまとめた成果は、恐怖や不安の情動という、人間が生きてゆくうえで切り離せない事柄と、それらを軽減する手法としての身体接触に対し、未婚率の上昇や単独世帯の増加、独身者における異性との交際状況など社会的な変化が起きても、実施が可能な手法で



ある。本稿の成果から明らかになった点として 3 点と、最大の意義として 1 点を述べる。まず 1 点目に明らかになったこととして、実際の身体接触でなくとも、工学的システムを介した擬似的な生理情報の提示と、それによる擬似的な身体接触であっても、恐怖や不安の情動の軽減は可能であることが明らかとなった。そして 2 点目に明らかになったこととして、その擬似的な身体接触を行う相手がユーザにとって不特定な人物であっても、恐怖や不安の情動の軽減は可能であることが明らかとなった。3 点目として、本稿で用いた椅子型システムのような安価かつ簡易なシステムであっても、恐怖や不安の情動を軽減することは可能であることが明らかとなった。本稿で用いた椅子型システムが提示した呼吸は、実際に人からセンシングした生理情報を提示しているわけでもなく、あくまで成人の平均値から一定のリズムで模倣し続けており、呼吸の速さやリズムに揺らぎも加えていなかった。このことから、システムの外形や質感がもたらすユーザの認識、システムの提示内容に対するユーザの認識、身体接触の対象に対するユーザの認識、それぞれの認識に対し本稿で取り組んだように条件を満たせば、安価かつ簡易なシステムであっても、恐怖や不安の情動を軽減することは可能であることが明らかとなった。最後に、本稿でまとめた成果から導き出される最大の意義であり、社会へ貢献できる事柄を述べる。これまでも **Tele-Existence** の分野をはじめ、特定の人物とのコミュニケーションを補助する取り組みはなされている。しかし、不特定な人物とであっても恐怖や不安が軽減されうるにもかかわらず、不特定な人物とのコミュニケーションを補助する取り組みと検証は少ない。本研究の目指すところは、他者の存在感によって、情動面において安らかでいられる生活環境を実現することにある。そしてこれは、実際の間人同士でなくとも、工学的システムによって人間の代替が可能であるのだから、他者は居なくともよい、他者など必要なく、個々人が独りでも自分だけの安らぎを構築できる社会を作ることではない。本研究の目指すところは、不特定な人物との擬似的な身体接触であっても恐怖や不安の情動は軽減できるといふ、特に 2 点目の明らかになったことに基づき、例えば夜道を独りで帰宅するよりも、誰というわけではないが人通りがある方が安心できる、そういった他者が居てくれることの素晴らしさを科学的に証明し主張し続けることである。本稿の成果は、友人や恋人や家族など親密な関係にある特定の人物に限らず、たとえ不特定な人物であったとしても、人と

人が一緒にいることによるポジティブな効果を示すものとして、期待される。

## 5.2. 検討課題

本稿における実験 1 から実験 3 の調査では、各被験者を長期的に追跡し、日常的に感じているような恐怖や不安の変化を評価するには、実験に対する被験者への制限や拘束による負担が大きくなり、また実験外での日常生活における様々な要素がノイズとして影響することを排除するために、被験者 1 人あたりに対して短期的な実験を計画し、実現した。しかし、内閣府[3]による「国民生活に関する世論調査」の結果から報告されている、約 67% もの日本人が日常生活の中で感じている悩みや不安の内容は、短期的なものではない。具体的には、回答の多かったものから順に、「老後の設計について」「自分の健康について」「家族の健康について」「今後の収入や資産について」「家族の生活（進学、就職、結婚など）上の問題について」「自分の生活（進学、就職、結婚など）上の問題について」などである。このことから、短期的に喚起される恐怖や不安の情動に対してだけでなく、常日頃から抱いているような長期的な恐怖や不安の情動に対する軽減効果も、調査を行う必要があり、実施してゆく予定である。

もう 1 つの課題として、実験プロトコルもしくは被験者の募集方法において、検討の余地があげられる。第 3 章で行った実験 2 では被験者 12 名中 5 名を、第 4 章で行った実験 3-1 では 26 名中 7 名を、実験 3-2 では 30 名中 6 名を、恐怖や不安を喚起させる映像刺激を視聴してもそもそも恐怖や不安の情動を喚起しなかったことから、解析対象から除外した。被験者を募集する段階で、実験内容の説明と、用いる予定であった映画をこれまでに見たことがないことの確認のため、何より倫理的観点から、予めホラー映像を用いることを明示していた。これにより、実際に被験者を募集する際、ホラー映像が苦手であることを理由に実験協力を断られることが少なくなかった。このことから、実験協力が得られた被験者は、ホラー映像に対し多かれ少なかれ耐性のある被験者が集まり、その結果として、映像刺激を視聴しても、恐怖や不安が喚起されなかったと推測する。被験者の人数に対し、分析対象から除外される人数が多いこの問題に対し、研究と検証を継続するうえで、実験プロトコルもしくは被験者の募集方法を見直す必要がある。

## 謝辞

本研究を推進するにあたり，多くの方々からご指導とご支援をいただきました。

博士課程での指導をお引き受けくださいました，指導教員である神奈川工科大学大学院工学研究科 情報工学専攻 服部元史教授に感謝申し上げます。

本研究の推進にともない，配属学生ですらない私を修士課程から博士課程にわたり，研究からシステムの展示における作法に至るまで直接のご指導を賜りました神奈川工科大学大学院 工学研究科 情報工学専攻 小坂崇之准教授に深く感謝申し上げます。

本研究を進めるうえで，惜しめないご指導とご助言を多数賜り，特に本稿第 3 章の実験結果に対し，ユーザの認識に纏わるプロトコルの不足をご指摘くださり，本稿第 4 章への足がかりを下さりました，神奈川工科大学大学院工学研究科 情報工学専攻 坂内祐一教授，谷中一寿教授に感謝申し上げます。

本稿をまとめるにあたり，大変有益なご助言とご指導を多数賜りました，神奈川工科大学大学院工学研究科 情報工学専攻 井上哲理教授に厚く御礼申し上げます。

学外において頼れる関係に極めて乏しい私に対し，国内外での会議では絶えず交流いただき，研究室への訪問の機会までくださり，多大なるご教示を賜りました，関西大学大学院 総合情報学研究科 松下光範教授に心より感謝申し上げます。

そのご協力なくして本研究は成立し得なかった，少なくない制約や拘束があったにもかかわらず実験にご協力くださった被験者の皆様，各システムを体験してくださった皆様に深く感謝申し上げます。

最後に，研究生を送るうえで，温かいご支援と多大なるご理解を下された両親をはじめとする家族に心からの感謝と御礼を申し上げます。

## 参考文献

- [1] 貝谷久宣, 土田英人, 巢山晴菜, 兼子唯: 不安障害研究鳥瞰—最近の知見と展望—, 不安障害研究, Vol.4 , No.1, pp.20-36(2013).
- [2] 厚生労働省 平成 26 年 (2014) 患者調査の概況,  
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/14/index.html>, (参照 2017-7-4).
- [3] 内閣府 国民生活に関する世論調査,  
<http://survey.gov-online.go.jp/h26/h26-life/index.html>, (参照 2017-7-4).
- [4] 尾仲達史, 吉田匡秀, 高柳友紀: 不安・恐怖とオキシトシン, *Anti-aging medicine*, Vol.11, No.1, pp.24-33(2015).
- [5] Gergen, K.J., Gergen, M.M., and Barton, W.H.: Deviance in the dark, *Psychology Today*, pp.129-130(1973).
- [6] 山口創: 愛撫・人の心に触れる力, 日本放送出版協会,(2003).
- [7] Hall, E.T.: *The Hidden Dimension*, Doubleday&Company, New York(1966).
- [8] 岩井紀子: JGSS-2000~2010 からみた家族の現状と変化, *家族社会学研究*, Vol. 23, No. 1, pp. 30-42(2011).
- [9] 厚生労働省 平成 25 年版厚生労働白書 —若者の意識を探る—,  
<http://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/13/>, (参照 2017-12-20).
- [10] 厚生労働省 平成 28 年 国民生活基礎調査の概況,  
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/index.html>, (参照 2017-7-4).
- [11] 岡田顕宏, 阿部純一: 心理学における感情研究の歴史と動向, *日本フェジィ学会誌*, No.12, Vol.6, pp.730-740(2000).
- [12] Ekman, P.: Basic Emotions. In *Handbook of Cognition and Emotion*, ed. T. Dalglish and M. Power, John Wiley, New York, pp.45-60(1999).
- [13] May, R.: *The Meaning of Anxiety*. New York: Ronald Press Co (1950).
- [14] 坂上裕子: 感情に関する認知の個人差, *教育心理学研究*, No.47, Vol.4,

pp.411-420(1999).

- [15] 肥田野直, 福原眞知子, 岩脇三良, 曾我祥子, Charles, D. S.: 新版 STAI マニュアル, 実務教育出版(2000).
- [16] 内田佳: AAA(動物介在活動)/AAT(動物介在療法)と獣医師の役割, 日本獣医師会雑誌, No.57, Vol.2, pp.66-68(2004).
- [17] 水谷渉, 柴内裕子, 内山晶, 大澤晴子: 高齢者福祉施設等で実施される「アニマルセラピーについての効果」の検証事業, 日本獣医師会雑誌, Vol.61, No.1, pp.5-12(2008).
- [18] 熊坂隆行, 升秀夫, 片岡三佳: 病院に勤務する看護職員の動物介在に関する意識調査: 動物介在を導入予定である精神科病院に焦点をあてて, 日本農村医学会雑誌, Vol.57, No.1, pp.34-49(2008).
- [19] 木村祐哉: ペットロスに伴う悲嘆反応とその支援のあり方, 心身医, Vol.49, No.5, pp.357-362(2009).
- [20] 木村祐哉, 金井一享, 伊藤直之, 近澤征史朗, 堀泰智, 星史雄, 川畑秀伸, 前沢政次: ペットロスに伴う死別反応から医師の介入を要する精神疾患を生じる飼主の割合, 獣疫学雑誌, Vol.20, No.1, pp.59-65(2016).
- [21] T. Shibata, et al.: Mental commit robot and its application to therapy of children, IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, Vol. 2, pp. 1053-1058(2001).
- [22] 伊藤恵美, 熊坂隆行, 大石千里: 入院中の幼児におけるイヌ型福祉玩具とのふれあいの効果に関する研究, 日本小児看護学会誌, Vol.18, No.1, pp.45-50(2009).
- [23] 坂本大介, 神田崇行, 小野哲雄, 石黒浩, 萩田紀博: 遠隔存在感メディアとしてのアンドロイド・ロボットの可能性, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.12, pp.3729-3738(2007).
- [24] 田中一品, 和田侑也, 中西英之: 遠隔握手: ビデオ会議と触覚提示デバイスの一体化によるソーシャルテレプレゼンスの強化, 情報処理学会論文誌, Vol.56, No.4, pp.1228-1236(2015).
- [25] 山岡史享, 神田崇行, 石黒浩, 萩田紀博: 遠隔操作型コミュニケーションロボットと

- のインタラクションにおける印象評価, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.11, pp.3577-3587(2007).
- [26] Sumioka, H., Nakae, A., Kanai, R. and Ishiguro, H., "Huggable communication medium decreases cortisol levels", *Sci. Rep.* 3, 3034; DOI:10.1038/srep03034(2013).
- [27] 港隆史, 石黒浩: エルフォイド: 人のミニマルデザインを持つロボット型通信メディア, 日本ロボット学会誌, Vol.32, No.8, pp.704-708(2014).
- [28] 浜田利満, 横山章光, 柴田崇徳: ロボット・セラピーの展開, 計測と制御, Vol. 42, No. 9, pp.756-762(2003).
- [29] 小林一也, 吉海智晃, 後藤健文, 稲葉雅幸: 柔軟性多層分布外装と関節脱臼復帰機構を備えたロボットの転倒・転落時衝撃吸収自己保護行動の実現, 日本ロボット学会誌, Vol. 31, No. 4, pp. 416-423(2013).
- [30] 高瀬裕, 山下洋平, 石川達也, 椎名美奈, 三武裕玄, 長谷川晶一: 多様な身体動作が可能な芯まで柔らかいぬいぐるみロボット, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.18, No.3, pp.327-336(2013).
- [31] 田島年浩: 感情をもったペット型ロボット, 映像情報メディア学会誌, Vol.54, No.7, pp.1020-1024(2000).
- [32] 黒川隆夫: ノンバーバルインターフェース, オーム社,(1194).
- [33] 渡辺富夫, 大久保雅史: コミュニケーションにおける引き込み現象の生理的側面からの分析評価, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.5, pp.1225-1231(1998).
- [34] 渡辺富夫, 大久保雅史: 身体的コミュニケーション解析のためのバーチャルコミュニケーションシステム, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.2, pp.670-676(1999).
- [35] 木塚あゆみ, 柳英克, 美馬義亮: ホタル通信: 呼吸情報を用いたコミュニケーションツール, 第 15 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ WISS(2007).
- [36] 岩本拓也, 益子宗: 心拍変動を用いた出会いの場における不信感払拭支援システム Lovable Couch, インタラクション 2015 論文集, pp. 866-871(2015).

- [37] 西村奈令大, 石井明日香, 佐藤未知, 福嶋政期, 梶本裕之: 自己の心拍を触覚提示するデバイスの検討, *インタラクション* 2012, pp.849-854(2012).
- [38] 正井克俊, 杉浦裕太, 尾形正泰, クンツェカイ, 稲見昌彦, 杉本麻樹: *Affective Wear*: 装着者の日常的な表情を認識する眼鏡型装置, *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol.21, No.2, pp.385-394(2016).
- [39] 寺崎正治, 岸本陽一, 古賀愛人: 多面的感情状態尺度の作成, *心理学研究*, Vol.62, No.6, pp.350-356(1992).
- [40] Scott Brave, Hiroshi Ishii and Andrew Dahley: Tangible interfaces for remote collaboration and communication, *CSCW '98 Proceedings of the 1998 ACM conference on Computer supported cooperative work*, pp.169-178(1998).
- [41] Schachter, S., & Singer, J.: Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state, *Psychological Review*, Vol.69, No.5, pp.379-399(1962).
- [42] Donald, G., Dutton and Arthur, P., Aron: Some Evidence for Heightened Sexual Attraction under Conditions of High Anxiety, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.30, No.4, pp.510-517(1974).
- [43] 田中弥生, 能町しのぶ, 渡邊浩子: 1ヵ月間のベビーマッサージが母親の自律神経活動と心理状態にもたらす効果の検証, *母性衛生*, Vol.55, No.1, pp111-119(2014).
- [44] 三澤仁平: 将来への展望および現在の社会生活に関する不安がもたらす健康不安への影響, *応用社会学研究*, Vol.55, pp127-139(2013).
- [45] 隈元美貴子, 柳田元継, 保富貞宏ら: ストレスおよびその回復の評価法に関する研究—鼻部皮膚温度と知覚レベルおよび心理状態—, *小児歯科学雑誌*, Vol.46, No.5, pp.578-584(2008).
- [46] Collet, C., Vernet-Maury, E., Delhomme, G., et al.: Autonomic nervous system response patterns specificity to basic emotions, *Journal of the autonomic nervous system*, Vol.62, pp.45-57(1997).
- [47] Levenson, R. W., Ekman, P. & Friesen, W. V.: Voluntary Facial Action Generates Emotion-Specific Autonomic Nervous System Activity, *Psychophysiology*, Vol.27,

No.4, pp.363-384(1990).

- [48] Kistler, A., Mariauzouls, C., von Berlepsch, K.: Fingertip temperature as an indicator for sympathetic responses, *International journal of psychophysiology*, Vol.29, No.1, PP.35-41(1998).
- [49] 織田弥生, 中村実, 龍田周, 小泉祐貴子, 阿部恒之: 就労者の唾液中・尿中コルチゾール標準値作成の試みとその有用性の検討: 高速液体クロマトグラフィーを用いて, *人間工学*, Vol.36, No.6, pp.287-297(2000).
- [50] 山口昌樹, 花輪尚子, 吉田博: 唾液アミラーゼ式交感神経モニタの基礎的性能, *生体医工学*, Vol. 45, No. 2, pp. 161-168(2007).
- [51] 駒場陽子, 井上雄一: 睡眠障害の社会生活に及ぼす影響, *心身医学*, Vol. 47, No. 9, pp. 785-791(2007).
- [52] 宋裕姫, 西野清治: 米国における睡眠障害による社会損失を減らすための国家的な試みとその効果, *産業医科大学雑誌*, Vol. 30, No. 3, pp. 329-352(2008).
- [53] Wade Alan, G.: The societal costs of insomnia, *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, Vol. 7, pp. 1-18(2011).
- [54] Martin, S. A., Aikens, J. E. and Chervin, R. D.: Toward cost-effectiveness analysis in the diagnosis and treatment of insomnia, *Sleep Med Rev*, Vol. 8, No. 1, pp. 63-72(2004).
- [55] Metlaine, A., Leger, D. and Choudat, D.: Socioeconomic impact of insomnia in working populations, *Industrial Health*, Vol. 43, No. 1, pp. 11-19(2005).
- [56] 黒田祥子: 日本人の労働時間は減少したか? ——1976-2006年のタイムユーズ・サーベイを用いた労働時間・余暇時間の計測——, *ISS Discussion Paper Series J-174*, 東京大学社会科学研究所, (2009).
- [57] 久保智英: 近未来を見据えた働く人々の疲労問題とその対策を考える-オンとオフの境界線の重要性-, *労働安全衛生研究*, Vol.10, No.1, pp.45-53(2017).
- [58] 藤井加那子, 草場ヒフミ, 野間口千香穂: 入院中の思春期患児の睡眠の特徴と不安との関連, *南九州看護研究史*, Vol. 5, No. 1, pp. 29-36(2007).



- [59] Marin Gabriel, M. A., Llana Martin, I., Lopez Escobar, A. et al.: Randomized controlled trial of early skin-to-skin contact: effects on the mother and the newborn, *Acta Paediatrica*, Vol. 99, No. 11, pp. 1630-1634(2010).
- [60] 大石美寿々, 浅田祥子, 黒木恵美, 伊達香菜子, 三山智世, 中尾優子: 文献からみた国内におけるカンガルーケアの方法, *保健学研究*, Vol. 19, No. 1, pp. 21-26(2006).
- [61] 嶋良子, 庭川英子, 平野由紀子, 田沼公子, 池田伸行, 木下勝之: 分娩直後のカンガルーケアに関する研究, *母性衛生*, Vol. 44, No. 4, pp. 488-494(2003).
- [62] タカラトミーアーツ Hug&Dream,  
<http://www.takaratomy-arts.co.jp/specials/huganddream/>, (参照 2013-6-10).
- [63] 加藤英理子, 長澤夏子, 渡辺仁史: 空間刺激としてのスヌーズレンの効果に関する研究, *日本建築学会関東支部研究報告集*, Vol. 1, No. 76, pp. 561-564(2006).
- [64] 長嶋洋治, 渡辺由貴子, 渡辺覚: ストレス, 株式会社ナツメ社(1998).
- [65] 高野佑樹, 萩原啓: 呼吸波形に基づいた接触振動刺激が心身に及ぼす影響, *バイオフィードバック研究*, Vol.37, No.1, pp.45-52(2010).
- [66] 古谷真樹, 金森庸浩, 藤原義久, 田中秀樹: 胸部呼吸パターンと入眠過程についての検討, *生理心理学と精神生理学*, Vol. 29, No. 2, pp. 95(2011).
- [67] 茅島江子, 前原澄子, 江守陽子, 桑名佳代子: 性周期と情動ストレス負荷による精神生理学的反応, *母性衛生*, Vol. 36, No. 1, pp. 103-114(1995).
- [68] Aiken, L. R.: Stress and anxiety as homomorphisms, *Psychological record*, Vol. 11, pp. 365-372(1961).
- [69] 大川百合子, 東サトエ: 健康な成人女性に対するハンドマッサージの生理的・心理的反応の検討, *南九州看護研究誌*, Vol. 9, No. 1, pp. 31-37(2011).
- [70] 深田美香: 音楽とマッサージによって生じる感情反応と自律神経系の応答に関する研究, *日本生理人類学会誌*, Vol. 12, No. 4, pp. 177-182(2007).
- [71] 中田亨, 佐藤 知正, 森武俊, 溝口博: ロボットの対人行動による親和感の演出, *日本ロボット学会誌*, Vol.15, No.7, pp.1068-1074(1997).
- [72] Y. Sugiura, C. Lee, M. Ogata, A. Withana, Y. Makino, D. Sakamoto, M. Inami, T.

- Igarashi.: PINOKY: a ring that animates your plush toys, Proc. CHI'12. ACM, pp.725-734(2012).
- [73] Warm Buddy,  
<http://www.warmbuddy.com/warm-up-plush-animals-warm-buddies/>, ( 参 照  
2016-7-14).
- [74] Bauman, A., Ainsworth, B. E., Sallis, J. F., et al.: The descriptive epidemiology of sitting. A 20-country comparison using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), *Am J Prev Med*, Vol.41, No.2, pp228-235(2011).
- [75] 前野隆司, 篠田裕之, 佐野明人: 触覚認識メカニズムと応用技術 —触覚センサ・触覚ディスプレイ—【増補版】 , S&T 出版,(2014).
- [76] 仲谷正史, 筧康明, 三原聡一郎, 南澤 孝太: 触楽入門, 朝日出版,(2016).
- [77] 正保哲, 柿崎藤泰: 胸郭拡張差と胸郭体積変化の関連性, *理学療法科学*, vol.29, No.6, pp.881-884(2014).
- [78] 小野寺綾子, 陣田泰子: 成人内科 I, 中央法規(2011).
- [79] 本多麻子, 正木宏明, 山崎勝男: 情動喚起刺激が自律神経系の反応特異性に及ぼす影響, *Japanese Journal of Physiological Psychology and Psychophysiology*, Vol.20, No.1, pp.9-17(2002).
- [80] Charles D. Spielberger and Eric C. Reheiser: Assessment of Emotions: Anxiety, Anger, Depression, and Curiosity, *Applied Psychology: Health and Well-Being*, Vol.1, No.3, pp.271-302(2009).
- [81] Gross, J. J. & Levenson, R. W.: Emotion elicitation using films, *Cognition and Emotion*, Vol.9, pp.87-108(1995).
- [82] 野口素子, 佐藤弥, 吉川左紀子: 情動喚起刺激としての映像 : 日本人被験者による評定実験,電子情報通信学会技術研究報告.HCS,ヒューマンコミュニケーション基礎 Vol.104, No.745, pp.1-6(2005).
- [83] Alexandre Schaefera, Frederic Nilsb, Xavier Sanchezc & Pierre Philippotb: Assessing the effectiveness of a large database of emotion-eliciting films: A new

- tool for emotion researchers, *Cognition and Emotion*, Vol.24, No.7, pp.1153-1172(2010).
- [84] Shunsuke Yanaka, Motoki Ishida, Takayuki Kosaka, Motofumi Hattori, Hisashi Sato: Resolution of Sleep Deprivation Problems using ZZZoo Pillows, VRIC '13 Proceedings of the Virtual Reality International Conference: Laval Virtual Article No. 25(2013).
- [85] 谷中俊介, 小坂崇之, 服部元史: 抱き枕「ZZZoo Pillows」を用いた安心感の提供, 研究報告デジタルコンテンツクリエーション (DCC) ,2013-DCC-4(6), pp.1-4(2013).
- [86] 谷中俊介, 小坂崇之, 服部元史: ZZZoo Pillows : 呼吸感と体温といびきの提示による安心感を与えるための抱き枕の研究, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2013 論文集, pp.178-181(2013).
- [87] Shunsuke Yanaka, Takayuki Kosaka, Motofumi Hattori: ZZZoo pillows: sense of sleeping alongside somebody, SA '13 SIGGRAPH Asia 2013 Emerging Technologies Article No. 17(2013).
- [88] 谷中俊介, 服部元史, 小坂崇之: ZZZoo Pillows: 擬似的な添い寝による不安の軽減を目的とした抱き枕の開発, 情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ (DCON) , Vol.5, No.1, pp8-18(2017).
- [89] 谷中俊介, 服部元史, 小坂崇之: conBear: 真空圧によって擬似的な呼吸運動の提示をする人形の提案, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015 論文集, pp.210-215(2015).
- [90] 谷中俊介, 小坂崇之: Breath Chair: 擬似的な呼吸運動の提示による恐怖や不安の軽減を目的としたシステムの開発, NICOGRAPH 2016, pp.11-20(2016).
- [91] 谷中俊介, 小坂崇之: Breath Chair: 不特定な「誰か」との身体接触を想定した擬似的な呼吸運動の提示と恐怖・不安への影響, 研究報告デジタルコンテンツクリエーション (DCC) , 2016-DCC-14(6), pp.1-8(2016).
- [92] Shunsuke Yanaka, Takayuki Kosaka: Breath Chair: Reduce Fear and Anxiety by Simulating Breathing Movements, In Proceedings of 19th International

Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2017), pp.478-492(2017).

[93] 谷中俊介, 服部元史, 小坂崇之: 擬似的な呼吸提示を用いた不特定な人物との身体接触による恐怖や不安への影響, 芸術科学会論文誌, Vol.16, No.4, pp.75-83(2017).

[94] Shunsuke Yanaka, Motofumi Hattori, Takayuki Kosaka: Reducing Fear or Anxiety by Simulating Breathing Movements as Physical Contact with an Unrelated Person.

(HCI International 2018 にて発表予定)

## 関連研究業績

### 学術論文誌発表論文

1. 谷中俊介, 服部元史, 小坂崇之: ZZZoo Pillows: 擬似的な添い寝による不安の軽減を目的とした抱き枕の開発, 情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ (DCON), Vol.5, No.1, pp8-18(2017).
2. 谷中俊介, 服部元史, 小坂崇之: 擬似的な呼吸提示を用いた不特定な人物との身体接触による恐怖や不安への影響, 芸術科学会論文誌, Vol.16, No.4, pp.75-83(2017).

### 国際会議等発表論文

1. Shunsuke Yanaka, Motoki Ishida, Takayuki Kosaka, Motofumi Hattori, Hisashi Sato: Resolution of Sleep Deprivation Problems using ZZZoo Pillows, VRIC '13 Proceedings of the Virtual Reality International Conference: Laval Virtual Article No. 25(2013).
2. Shunsuke Yanaka, Takayuki Kosaka, Motofumi Hattori: ZZZoo pillows: sense of sleeping alongside somebody, SA '13 SIGGRAPH Asia 2013 Emerging Technologies Article No. 17(2013).
3. Shunsuke Yanaka, Takayuki Kosaka: Breath Chair: Reduce Fear and Anxiety by Simulating Breathing Movements, In Proceedings of 19th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2017), pp.478-492(2017).
4. Shunsuke Yanaka, Motofumi Hattori, Takayuki Kosaka: Reducing Fear or Anxiety by Simulating Breathing Movements as Physical Contact with an Unrelated Person. (HCI International 2018 にて発表予定)

### 研究会発表論文

1. 谷中俊介, 小坂崇之, 服部元史: 抱き枕「ZZZoo Pillows」を用いた安心感の提供, 研究報告デジタルコンテンツクリエーション (DCC) ,2013-DCC-4(6), pp.1-4(2013).
2. 谷中俊介, 小坂崇之, 服部元史: ZZZoo Pillows : 呼吸感と体温といびきの提示による安心感を与えるための抱き枕の研究, エンタテインメントコンピューティングシンポジ

ウム 2013 論文集, pp.178-181(2013).

3. 谷中俊介, 服部元史, 小坂崇之: conBear: 真空圧によって擬似的な呼吸運動の提示をする人形の提案, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015 論文集, pp.210-215(2015).
4. 谷中俊介, 小坂崇之: Breath Chair: 擬似的な呼吸運動の提示による恐怖や不安の軽減を目的としたシステムの開発, NICOGRAPH 2016, pp.11-20(2016).
5. 谷中俊介, 小坂崇之: Breath Chair: 不特定な「誰か」との身体接触を想定した擬似的な呼吸運動の提示と恐怖・不安への影響, 研究報告デジタルコンテンツクリエーション (DCC) , 2016-DCC-14(6), pp.1-8(2016).

## 受賞

1. NICOGRAPH 2017 優秀論文賞

(学術論文誌発表論文 2.「谷中俊介, 服部元史, 小坂崇之: 擬似的な呼吸提示を用いた不特定な人物との身体接触による恐怖や不安への影響, 芸術科学会論文誌, Vol.16, No.4, pp.75-83(2017).」に対する受賞)