

ぎゅっ☆Pillow:眠りやすくするための包まれ枕の開発

中野 芙美^{†1,a)} 清 雄^{†2,b)} 田原 康之^{†2,c)} 大須賀 昭彦^{†2,d)}

概要: 寝付きをよくするために、抱きしめられている感を抱かせる抱き枕(ぎゅっPillow)を開発する。そのために、アートバルーンを人の腕に見立ててアームとし、電磁弁を使用し、空気の量を調整して抱きしめられている感を抱かせる。眠りについた頃にアートバルーンをしぼませることにより、質の良い睡眠を取れるようにする。寝付きの段階のみに焦点を当てた短い実験および一晩を通した実験を行った。どちらもアーム取り付け前と取り付け後の比較を行った。結果として、抱擁感が向上したことが確認できた。また、入眠時間の短縮効果については、被験者数が十分ではないため、明確な結果は得られなかった。一方で、睡眠の中断回数は、アーム取り付け後の方が減少した。これより、中途覚醒に対して有効なのではないかと考えられる。ただ、寝返りが打ちにくいという難点があるため、本研究では市販の抱き枕を使用した。ベースの抱き枕から形状に関しては考えねばならない。今後の展望として、圧力センサー内蔵による自動化とアームの圧力調整、アームの空気量調節の向上、エアーコンプレッサーの小型化、体全体を包み込むような人の腕に近づけたアームの試作が考えられる。

1. はじめに

1.1 論文の概要

近年、日本人の睡眠の障害は問題になっている。老若男女問わず全体として夜型傾向になっている。中でも不眠は、高血圧発症の危険因子であり、うつ病発症リスクの有意な原因の一つとされていることが指摘されている [1] ため解決しなければいけない問題である。不眠症は睡眠障害の中で最も頻度が高く、その症状は、入眠障害、中途覚醒、熟眠障害、早朝覚醒に分類されているが、多くはこれらが混在している [1]。

不眠の原因として、不安が一つの原因であるという先行研究 [2][3] より、不安に焦点を当てて不眠を解消する。また、抱擁されている感覚は安心感をもたらすという先行研究 [4] より、この不安の解消方法は抱擁感を与えることとする。

本研究の目的として、抱擁されているような枕によって入眠を容易にし、睡眠状態により形状を変化させ質の良い睡眠をとれるようにすることを目指す。

抱擁されている感覚を与えるため、抱擁されているような形状の抱き枕と、人間の腕に見立てたアームをつける。

アームはアートバルーンとアームカバーで構成されている。空気の送風量を調整し抱擁されている感じを実現するため、RaspberryPi と電磁弁を使用する。

1.2 論文の構成

本論文の構成は以下のとおりである。以降、本論文は 2 章では、先行研究について、3 章では提案システム:ぎゅっPillow の説明、4 章では実験について、5 章では実験結果について、6 章では考察、最後に 7 章で本論文の結論をまとめ、今後の展望を記す。

2. 先行研究及び関連研究・関連商品

2.1 睡眠についての先行研究

2.1.1 不眠

大学生を対象とした中村の研究 [2] において、精神状態面での抑うつ、不安、過敏などの症状を見受けられる者から不眠傾向があることを報告している。また、学童を対象とした Gregory らの研究 [3] において、不安が一連の睡眠問題と関連していることを報告している。

2.1.2 寝返り

木暮らの研究 [5] では、寝返りの容易さと良質な睡眠は関係があることを報告している。

2.2 抱擁についての先行研究

森川らの研究 [4] によると、抱擁されることは安心感につながることを示唆されている。

^{†1} 現在、電気通信大学情報理工学部総合情報学科

^{†2} 現在、電気通信大学大学院情報理工学研究所情報学専攻

a) nakano.fumi@ohsuga.lab.uec.ac.jp

b) seiuny@uec.ac.jp

c) tahara@uec.ac.jp

d) ohsuga@uec.ac.jp

表 1 必要要件

安全であること
腕に相当する部分があること
人体に対して適度な圧力をかけること
柔らかいこと



図 1 使用する U 字抱き枕

2.3 関連研究・関連商品

谷中らの研究 [6] では、ベットと添い寝をしているような体感ができる抱き枕を研究している。呼吸感、体温、いびきによる添い寝ロボットとなっており、安心感を与えることが目的となっている。また、Somnox B.V. が開発した The Somnox™ Sleep Robot [7] は、柔らかいロボットになっており、膨張と収縮をゆっくりと繰り返すことにより対象の呼吸のリズムを操作する機能がついている。光と音を使用し、起床時にも対象を助ける商品になっている。

3. 提案システム：ぎゅっ☆Pillow

2章より、数ある不眠の原因の中でも不安という要素に焦点を当てて不眠を解消する。寝ている人間が睡眠時に抱擁されていることを感じることであれば、不安感をなくすことを期待できる。関連研究・関連商品には、抱擁されている感覚に対するアプローチはなかったため、本研究では抱擁されている感覚を与えて、睡眠をより良いものとするシステムを提案する。そのために、抱擁されているような形状の抱き枕と、人間の腕に見立てたアームをつける。本研究では必要要件（表 1）を定め、この要件を満たすようなぎゅっ☆Pillow を作成する。

3.1 ベースの決定

抱き枕の形状は様々で用途に分けて使用し分ける必要がある。今回の場合、人間に対して 3 方向に枕があるのでそれだけでも抱擁されている感覚が強いため U 字型抱き枕を採用した（図 1）。

3.2 アームの構成

アームについては、人間の腕に寄せられることと軽いこ

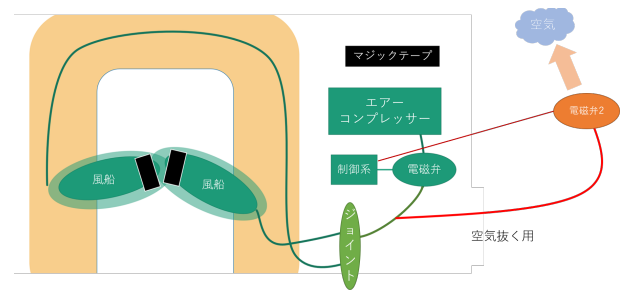


図 2 アームの構成



図 3 使用する RaspberryPi

と、圧力をかけることが条件であったため、アートバルーンと呼ばれる長細い風船にアームカバーを取り付けたものとする。寝ている人間の腹部が位置する場所に二本のアームを設置する。アームの構造を図 2 に示す。この構造は、谷中らの研究 [6] で使用されていた構造を応用したものである。アームの中にアートバルーンという長い風船を内蔵し、送風チューブを繋げ、送風量を電磁弁で操作する。これについては次項で説明する。圧縮空気を使用することで、送風する。圧縮空気はエアークンプレッサーを使用する。二つのアームをマジックテープを使用して繋ぐことにより、被験者に害のないものにする。木暮らの研究 [5] より、入眠後、対象を抱擁をし続けることは寝返りが容易ではなくなるということなので、抱擁をやめなければならない。寝返りが可能なように、入眠してからアームを外したいと考えたので、アームのアートバルーンから空気を抜くことで実現することとする。

3.3 制御系

本研究では、アートバルーンへの送風量を制御するため、Raspberry Pi と電磁弁を使用して制御する。

3.3.1 RaspberryPi について

RaspberryPi とは、イギリスを中心としたラズベリーパイ財団によって開発された教育用小型コンピュータ [9] である（図 3）。RaspberryPi には、GPIO が備え付けてあり、入出力が可能である。GPIO とは、"General-purpose input/output" の略である。本研究ではこの GPIO を使用し、電磁弁の ON, OFF を切り替える。

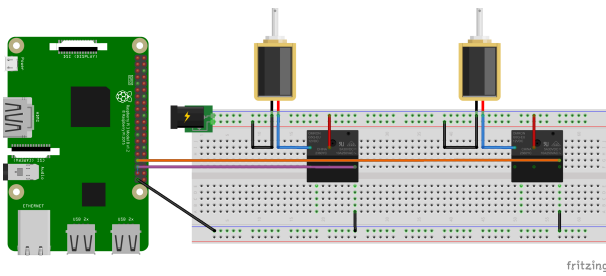


図 4 回路図

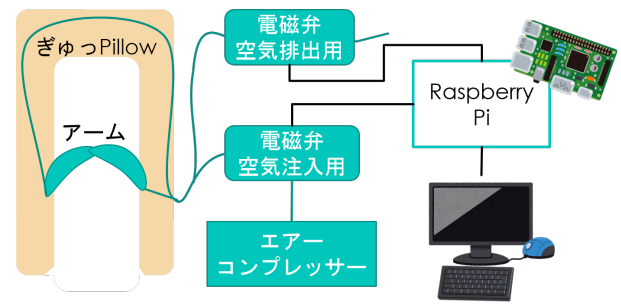


図 6 システム全体図

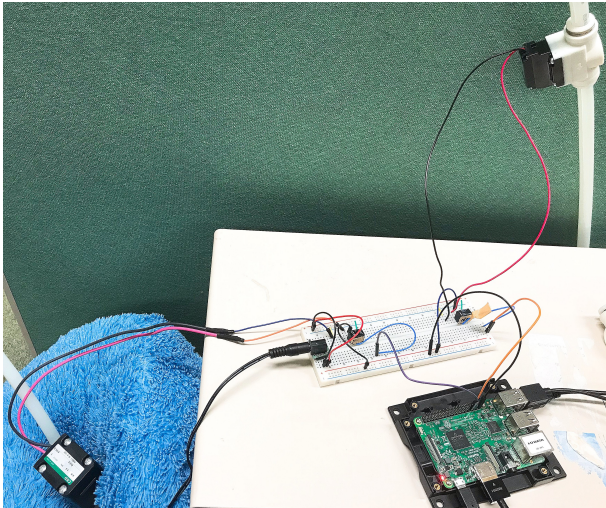


図 5 RaspberryPi と電磁弁実装図



図 7 アーム無枕実験風景

3.3.2 電磁弁について

電磁弁とは、電磁石を使用した弁のことで、電流を流すことによって流体の流れを変えることができるものである。電磁弁には、直動式、パイロット式、パイロットキック式と種類がある。

本研究では、差圧がある場所とない場所に電磁弁をそれぞれ設置する。空気注入送風用電磁弁は、差圧があるので、差圧が必要なパイロット式電磁弁 [10] を採用した。空気排出送風用電磁弁は、差圧がないので、差圧が必要でなく、姿勢も自由な直動式電磁弁 [11] を採用した。

3.3.3 制御回路

RaspberryPi から電磁弁を制御する電子回路を設計 (図 4)、実装 (図 5) した。電磁弁を制御するために、リレー素子を使用する。

3.4 まとめ

このシステムの全体図はこのようになる (図 6)。

4. 実験

実験として、入眠時間測定実験と包まれ感確認実験の二つの実験を行った (図 7, 図 8)。以下にそれぞれの実験の詳細を説明する。



図 8 アーム有枕実験風景

4.1 入眠時間測定実験

4.1.1 実験目的

この実験では、実際に睡眠をとることによって入眠時間を測定することを目的とする。

4.1.2 実験方法

被験者一人に対してアーム有、アーム無それぞれ一晩ずつ睡眠をとる実験をする。アームの有無の順番はランダムとする。横になった時点でアームを徐々に締め付ける。入眠後アームの空気を抜く。起床後すぐにアンケートへの答案を求める。

表 2 アンケート項目

年齢
性別
寝心地はどうだったか
居心地は良いか
安心できたか
寝つきが良くなりそうか
寝返りはできそうか
寝る意欲が高まったか
包まれている, 抱きしめられている感じはしたか
寝転んでみてどうだったか
感想, 意見
普段何を使用して寝ているか
枕など何をつかっているか
平均睡眠時間はどのくらいか
眠るまでの平均時間はどのくらいか
自分の睡眠の質は良いと思うか
寝るときに不安が頭をよぎるか

4.1.3 実験条件

研究室内で宿泊, 睡眠をとるため, 条件を一定にするためにアイマスク, 耳栓を着用する。対象被験者は 21 歳と 22 歳の男性で合計 4 名である。

4.1.4 評価方法

客観評価と主観評価二通り行う。

客観評価ではセンサーを使用して評価する。センサーは, Withings の Sleep[8] を使用する。Withings の Sleep[8] では, 睡眠時間, 睡眠の深さ, 睡眠の中断回数, 眠るまでの時間, 起きるまでの時間, 心拍数等が計測できる。

主観評価では, アンケートによって評価する。アンケート項目は以下のようにになっている(表 2)。アンケートは三つあり, アーム有枕に関するアンケート, アームなし枕に関するアンケート, アームの有無を比較し, アーム有枕についてのアンケートをとった。

4.2 包まれ感確認実験

4.2.1 実験目的

この実験では, 睡眠をとるシミュレーションして, 入眠前後の包まれ感を感じることができるかということを確認することを目的とする。

4.2.2 実験方法

被験者一人に対してアーム有, アーム無それぞれ 15 分ずつ睡眠をとるシミュレーションをする実験をする。アームの有無の順番はランダムをする。横になった時点でアームを徐々に締め付ける。15 分後アームの空気を抜く。実験後すぐにアンケートへの答案を求める。

4.2.3 実験条件

研究室内で睡眠のシミュレーションをするため, 条件を一定にするためにアイマスク, 耳栓を着用する。対象被験者は 21 歳から 24 歳の男女で合計 15 名(男性 11 名, 女性

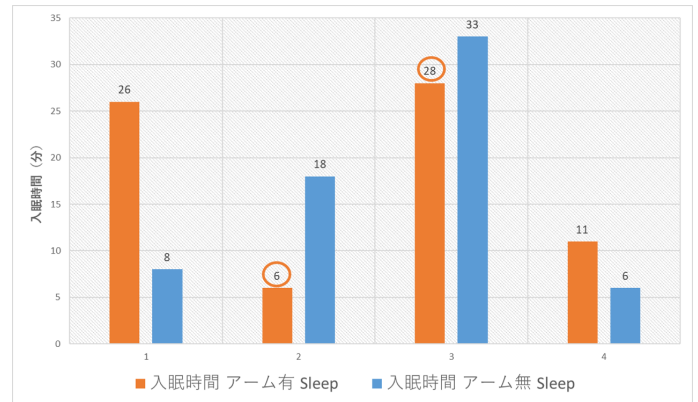


図 9 入眠時間測定結果

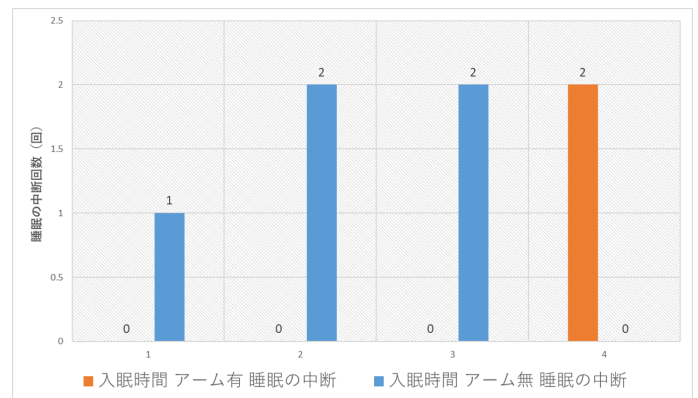


図 10 睡眠の中断回数測定結果

4 名) である。内二名は入眠時間測定実験被験者である。

4.2.4 評価方法

主観評価のみ行う。アンケートによって評価する。アンケート項目としては表 2 と同じである。アンケートは三つあり, アーム有枕に関するアンケート, アーム無枕に関するアンケート, アームの有無を比較し, アーム有枕についてのアンケートをとった。

5. 結果

5.1 客観評価結果

ここではセンサーを使用した結果を示す。

5.1.1 入眠時間測定実験結果

入眠時間は半分の被験者が入眠時間が短くなった(図 9)。また, 睡眠の中断回数については, アーム無の方が多い結果となった(図 10)。

5.2 主観評価結果

ここではアンケート結果を示す。

5.2.1 入眠時間測定実験結果

「寝る前に不安がよぎるか」という質問に対してはこのような回答となった(図 11)。これは 4 段階評価で, 値が大きいほど不安があるというデータである。アームの有無を比べて, アーム有枕についての「包まれている, 抱きし

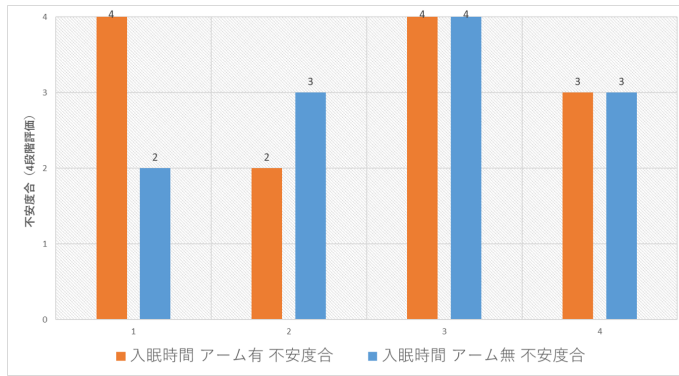


図 11 入眠時間測定実験結果:寝るときに不安がよぎるか

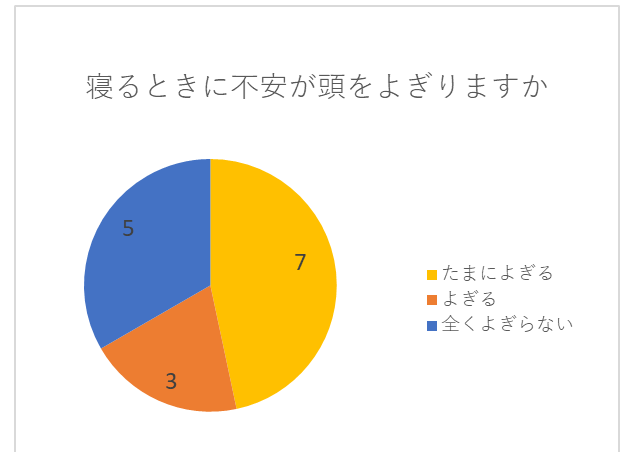


図 14 包まれ感確認実験結果:寝るときに不安がよぎるか

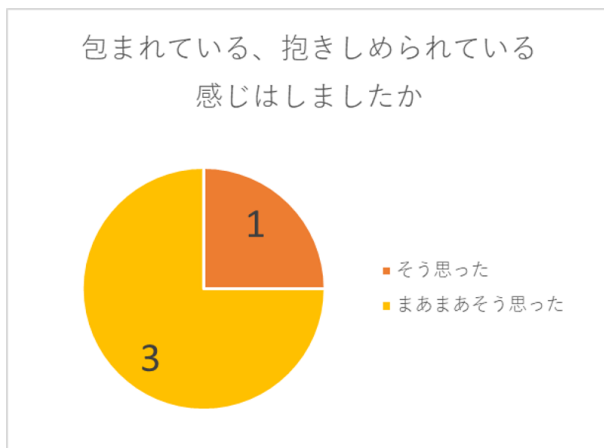


図 12 入眠時間測定実験結果:包まれている、抱きしめられている感じがしたか

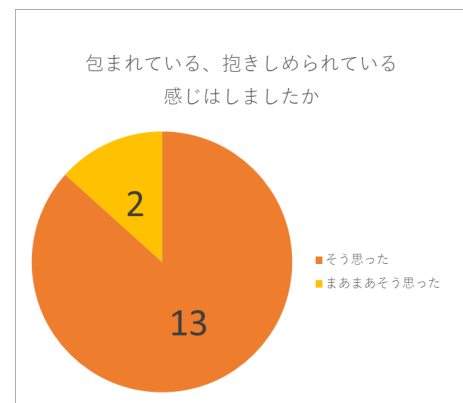


図 15 包まれ感確認実験結果:包まれている、抱きしめられている感じがしたか

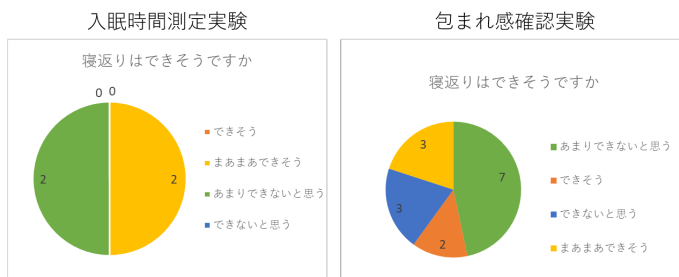


図 13 寝返りができそうか

められている感じがしたか」という項目はほぼ満足できた結果となった(図 12)。

また、アームの有無を比べて、アーム有枕についての「寝返りができそうか」という項目では、2人に1人は寝返りができないと答えた(図 13)。

5.2.2 包まれ感確認実験結果

「寝る前に不安がよぎるか」という質問に対して、3人に2人は不安がよぎることがあると答えた(図 14)。

アームの有無を比べて、アーム有枕についての「包まれている、抱きしめられている感じがしたか」という項目はほぼ満足できた結果となった(図 15)。

また、アームの有無を比べて、アーム有枕についての「寝返りができそうか」という項目では、3人に2人は寝返り

ができないと答えた(図 13)。

6. 考察

入眠時間測定実験では、被験者数が十分ではないため、入眠時間の短縮効果については明確な結果は出なかった。アーム有の自由記述では、入眠時間が短くならなかった被験者から、「アームに関してはよかったが、耳栓が気になったり、布団が暑くて起きてしまった。」という回答が出た。この問題に関しては、実験が長時間であること、被験者の負担が大きいこと、他の条件を揃えることが難しいことなど、難関な部分が多かったと考える。しかし、睡眠の中断回数は、アーム有枕の方が減少した。これより、中途覚醒に対して有効なのではないかと考えられる。

包まれ感確認実験結果から、アーム有枕の方が包まれている、抱きしめられている感覚が与えられることが確認できた。しかし、「抱きしめられている感じというのはアートバルーンでは軽い」という意見があったのでアームの重さをもう少し重くすべきであると考えられる。また、自由記述の回答では、「気持ちいい」、「商品化してほしい」、「眠れそうだ」という意見が寄せられていて、アーム有枕の需要が確認できた。一方で、送風量や電磁弁を使用したデジタル

制御で寝ている状態の人間を驚かせてしまっていた、という意見が多かった。緩やかな送風や、送風量の調整が必要だと考える。圧力センサーなどを内蔵させて圧力を操作できることが望ましい。また、「アームの破壊を恐れて安心して眠れない」という意見もあったので、アートバルーンの強化なども必要である。

7. おわりに

7.1 まとめ

本稿では、睡眠問題を解消するため、ぎゅっ Pillow の提案、構造とシステムについて説明した。実験の結果、アーム有枕は包まれている、抱きしめられている感覚は与えることができるが、入眠時間の短縮効果については明確な結果は出なかった。しかし、睡眠の中断回数はアーム有枕の方が少なかったため、中途覚醒に対して有効なのではないかと考えられる。また、自由記述の回答から、ぎゅっ Pillow の改善案として、送風量の調整や、圧力の操作を可能とする機能、アームのアートバルーンの強化などが考えられる。

7.2 今後の展望

睡眠中にもアプローチをするためにも、圧力センサーなどの内蔵は必須である。圧力の調整によって個人の体型や好みに合わせた抱擁が可能である。また、ベースの抱き枕自体に圧力センサーを内蔵すれば、アームの送風の開始も自動化が可能となる。

本研究では大きいエアーコンプレッサーを使用しているが、アートバルーンを膨らますだけであれば、技術的に小型化も可能であると考えられる。家庭への導入を考えるならばエアーコンプレッサーの小型化、送風の自動化と圧力調整はなくてはならない。これらの実現が課題である。

また、大きく変更するならば、形状に関してまだ最適解を見つけれられていないので、形状を変える必要がある。寝返りが打ちにくいという難点があるため、ベースの U 字抱き枕から改善せねばならない。本研究では、市販の抱き枕を改造してぎゅっ Pillow を実現した。もし、ベースの抱き枕からさらに大きく包み込むような形状にできれば、さらに抱擁感が増すと考える。アームに関して、人の腕の形に寄せることができれば、さらに抱擁感が増すことが期待できそうである。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K00419, JP16K12411, JP17H04705, JP18H03229, JP18H03340, JP18K19835 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 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, pp785-791(2007).
- [2] 中村万理子, 大学生の心身健康状態と睡眠状況の臨床心

- 理学的研究, 臨床教育心理学研究, Vol.30, No.1, pp107-122(2004.3).
- [3] Gregory A.M., Eley T.C., *Sleep problems, anxiety and cognitive style in school - aged children*, Infant and Child Development, Vol.14, pp435-444(2005).
- [4] 森川治, 宗像恒次, 橋本佐由理, 奥中淳三, 安心感を生み出す遠隔抱擁システムの試作, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, pp921-924(2005).
- [5] 木暮貴政, 久保田富夫, 村山陵子, 新村洋未, マットレスの寝返りしやすさと寝心地が睡眠に及ぼす影響, 日本生理人類学会誌, Vol.16, No.4, pp171-176(2011).
- [6] 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, pp178-181(2013).
- [7] The Somnox™ Sleep Robot, 入手先 <<https://meetsomnox.com/>> (参照 2018-09-19)
- [8] Sleep, 入手先 <<https://www.withings.com/jp/ja/sleep>> (参照 2018-09-20)
- [9] Raspberry Pi, 入手先 <<https://www.raspberrypi.org/>> (参照 2019-01-30)
- [10] 圧縮空気用パイロット式 2 ポート電磁弁 EXA-C12-02C-3, 入手先 <<https://www.ckd.co.jp/kiki/jp/product/detail/492/EXA%E3%83%BBGEXA>> (参照 2019-02-02)
- [11] 圧縮空気用直動式 2・3 ポート電磁弁 FAB51-10-6-12C-3, 入手先 <<https://www.ckd.co.jp/kiki/jp/product/detail/493/FAB%E3%83%BBGFAB%E3%83%BBFAG%E3%83%BBGFAG>> (参照 2019-02-02)