

タッチリング：身体接触を促すインタラクティブシステムの 開発と評価

山口 陽平* 柳 英克* 櫻沢 繁*

本研究は、身体接触による親密なコミュニケーションを促すインタラクティブシステム“タッチリング”の開発と評価を行う。タッチリングは、身体接触を検知する腕輪型のデバイスで、タッチリングを装着したユーザ同士の接触インピーダンスに対応して、タッチリング本体による音と光のインタラクションを実現するものである。また、タッチリングを装着したユーザ同士でも、接触する相手や人数によって接触インピーダンスが変化するので、接触する状況に応じて様々なインタラクションが得られる。このため、ユーザはタッチリングを用いた身体接触によるコミュニケーションが楽しくなり、親密なコミュニケーションを自然な形で体験することができる。

Touch-Ring: Development and evaluation of interactive system promoting physical contact

YOUHEI YAMAGUCHI* HIDEKATSU YANAGI* SHIGERU SAKURAZAWA*

In this study, we develop and evaluation interactive system “Touch-Ring” promoting rich communication by the physical contact. Touch-Ring is the bracelet-shaped device detecting physical contact. The users who put on Touch-Ring in response to contact impedance, it realizes interaction of sound and light by the main body of Touch-Ring. Also, as for the users who put on a Touch-Ring, various interactions are provided depending on the situation to come in contact because contact impedance changes by partner and the number of people to come in contact. Therefore, users become fun to communication by the physical contact using the Touch-Ring. And the user can experience rich communication in natural form.

1. はじめに

近年、情報技術が発達するにつれて、文章や画像、音楽や音声などといった様々な情報を扱うことが容易になり、写真や動画などの編集を身近なものにした。そして、情報機器は人々の生活のあらゆる面で用いられ、生活をより豊かにしてきた。また、人々は情報機器を用いて高度なコミュニケーションを可能にした。今日では電話や e-mail などを使用することで、遠隔地間でも文章や音声によるコミュニケーションを日常的に行っている。しかし、遠隔地間のコミュニケーションは、文章や音声、映像などをデジタル化して合成された仮想的なものであり、人々が古くから感じてきた身体的感覚は少ない。その為、相手の存在感が希薄化してしまい、コミュニケーションを取ることが困難になっている。それに伴い、身体性を用いたコミュニケーションツールの開発¹⁾や、身体的なインタフェースを用いた研究²⁾が登場している。

人のコミュニケーションには言葉を使った言語コミュニケーションと、言葉以外の情報を使った非言語コ

ミュニケーションがある。この非言語コミュニケーションには表情や視線、仕草や声の大きさ、呼吸、身体接触などの非言語情報がある。これら全ての情報は、人と人のコミュニケーションにおいて重要な役割を持っている。特に、身体接触は非言語コミュニケーションの中でも親密なコミュニケーションであり、遠隔地間のコミュニケーションでは感じ取ることができない親密感が存在する。山口³⁾⁴⁾によると、人は身体接触を行うことで不安などが低減され、リラックス感や安心感を生起させるという。また、母親や父親と身体接触を行うと子どもは「安定型(他人との信頼関係を構築しやすい)」に育ち、「拒否型(意識的に努力しても、人間関係に不安を抱いてしまう)」や「回避型(他人と関わることを避けてしまう)」になることを防ぐ効果があるという。

また、赤坂ら⁵⁾によると、小学生による携帯電話の使用が、日常的コミュニケーションや親子間のコミュニケーションの減少につながり、親子関係を希薄にしまう場合があるという。

そこで本研究では、生体信号の1つである接触インピーダンスを用いたインタラクティブシステムの開発を行う。接触インピーダンスとは、生体と電極の接触

• Youhei Yamaguchi, Hidekatsu Yanagi, Shigeru Sakurazawa
公立はこだて未来大学

部に発生するインピーダンスである。接触インピーダンスの信号は、電極と皮膚の接触面積や、接触する相手によって変化する。この性質を利用し、ユーザが人と接触することで音と光のインタラクションを得られる“タッチリング”を開発する。本研究は、音と光のインタラクションによる楽しさをユーザ体験することで身体接触の機会を増やし、身体接触による親密なコミュニケーションの実現を目的とする。

2. 関連研究

関連研究として、Suzuki ら⁶⁾による1ビットの非言語情報でメッセージの交換を実現するコミュニケーションツール、FeelLight と、馬場ら⁷⁾による他人と触れることでドラム音を鳴らすことができる電子楽器、Freqtric Drums、木塚ら⁸⁾による呼吸情報を利用したコミュニケーションツール、ホタル通信を挙げる。

2.1 1ビットのコミュニケーションツール

Suzuki らが開発した FeelLight(図 1)は、ボタンを押すことで光の色が変化するという1ビットのメッセージの交換を実現したコミュニケーションツールである。1ビットという数値的には僅かな情報のやりとりのみで、意図や感情といった非言語情報によるコミュニケーションを可能としている。光の色を用いて非言語コミュニケーションを実現するところは、本研究と類似している。しかし、FeelLight は色そのものに意図や感情を持たせてコミュニケーションを行うが、本研究は身体接触による接触インピーダンス値の変化に応じて光の色をフィードバックしているので、光の色そのものに意図や感情を持たせていない。本研究は身体接触を促すために光の色を用い、身体接触を通じて感情に変化を与えるものである。



図1 FeelLight

2.2 他人と触れることで奏でる電子楽器

馬場らが開発した Freqtric Drums(図 2)は、人の手や肌を叩くといった、他人に触れる行為を用いて数種類のドラム音を鳴らすことができる、触覚と聴覚を同時に利用した電子楽器である。Freqtric Drums を用いることで、他人と直に触れ合うといった、人同士が近くにいるからこそ可能なコミュニケーションの必要性、楽しさを体験することができる。接触インピーダンスを用いるところや、接触することで音が鳴るところなど本研究と非常に類似している。しかし、本研究は手首に装着するもので、両手だけでなく体全体を自由に動かしたり接触したりすることが可能であり、より自然な身体接触を行うことができる。更に、本研究は接触する人数に制限が無いので、多くの人と同時に身体接触を行うことが可能である。また、本研究は接触した瞬間だけでなく、接触中も光のインタラクションを起こすことで、触覚と聴覚に加え視覚も刺激し、より身体接触による楽しさを体験することができる。



図2 Freqtric Drums

2.3 呼吸情報を用いたコミュニケーションツール

木塚らが開発したホタル通信は、生体信号の1つである呼吸を利用したコミュニケーションツールである。光を用いて不随意である人の呼吸情報を可視化し、他のユーザと呼吸が合った時に光の明滅が起きる。「息が合う」などと言われるように、人は密なコミュニケーションを行うと呼吸リズムが同調する傾向があり、ホタル通信を用いることで親密なコミュニケーションを体験することができる。ホタル通信は、生体信号を用いているところや、光のインタラクションが起こるところは本研究と類似している。本研究は、接触インピーダンスを用いて身体接触を促すことで、親密なコミュニケーションを実現する。また、ホタル通信は呼吸が同期したときのみ光のインタラクションが発生するが、本研究は身体接触を行っている間、音と光のインタラクションを起こすことで、更に親密なコミュニケーションを実現させる。

3. インタラクション

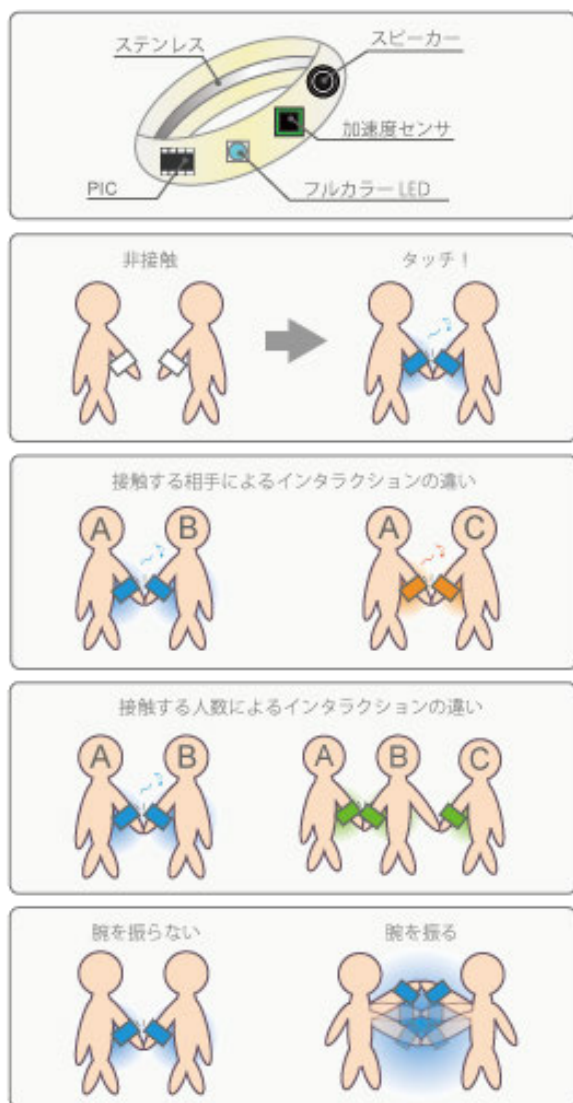


図3 タッチリングのインタラクション

タッチリングのシステムを図3に示す。タッチリングは、接触インピーダンスを利用して身体接触を検知する腕輪型のデバイスである。タッチリングには、スピーカー、加速度センサ、フルカラーLED、PIC、そして電極の代わりとしてステンレスが内蔵されている。タッチリングを装着したユーザが、他のユーザと身体接触をすることで音と光のインタラクションを実現することができる。図3に示すように、接触した瞬間に効果音が鳴り、接触している間はLEDが光り続ける。接触する部位は限定されておらず、身体のどこに接触しても検知することができる。接触インピーダンスには個人差があり、環境や体調によっても値が異なる。更に接触する人数によっても値が異なるので、その値に応じて効果音と光の色を変化させている。また、加速度センサの値をセンシングして腕を振る動作を検知



図4 効果音と光の色の変化図

し、腕を振ることで光の強さが強くなる。図4は、接触インピーダンスと加速度センサをセンシングした値によって変化する光の色と効果音を示している。タッチリングは、LEDの色に応じて3種類の効果音を出力できる。

4. タッチリングの構成

4.1 センサ回路とセンシングデータ

接触インピーダンスをセンシングするため、計測実験を行った。図5で示しているように、1人が電極に触れ、もう一人が前者に触れた時の値を測定している。実験するにあたって図6の回路を制作した。図6に示している V_{in} は、ユーザが接触する電極である。接触インピーダンスは微弱な信号なので、図6上の非反転増幅回路で5100倍に増幅させている。PICはマイナスの信号を読み取ることができないので、図5中央の全波整流回路を用いてマイナスの信号をプラスに反転させている。また、図6下のローパスフィルターを用いてノイズをカットしている。図7は接触インピーダンスの計測実験結果の一部であり、図5の電極に1人のユーザが接触した時の電圧と、電極に接触しているユーザに別のユーザが接触した時の電圧の値を計測したデータである。図7のデータで示しているように、接触する相手や人数によって電圧の値が異なることがわかる。

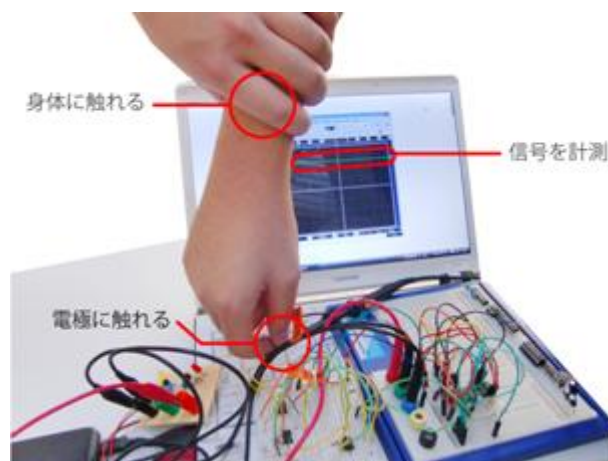


図5 接触インピーダンスの計測実験

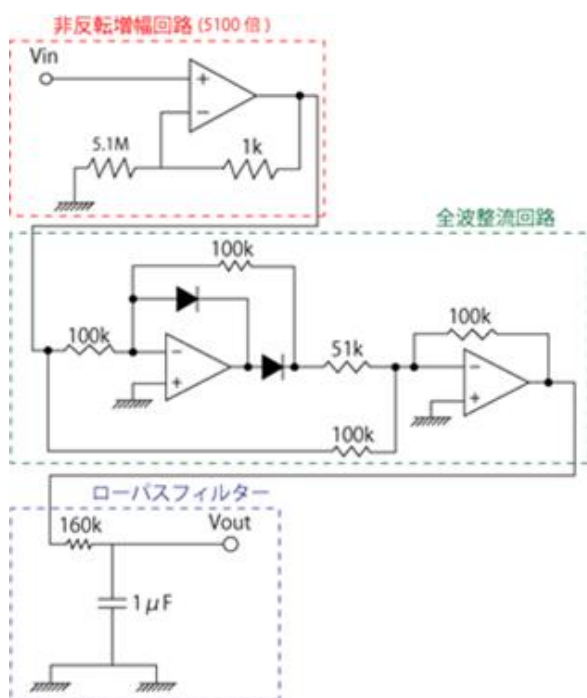


図6 タッチリングのセンサ回路

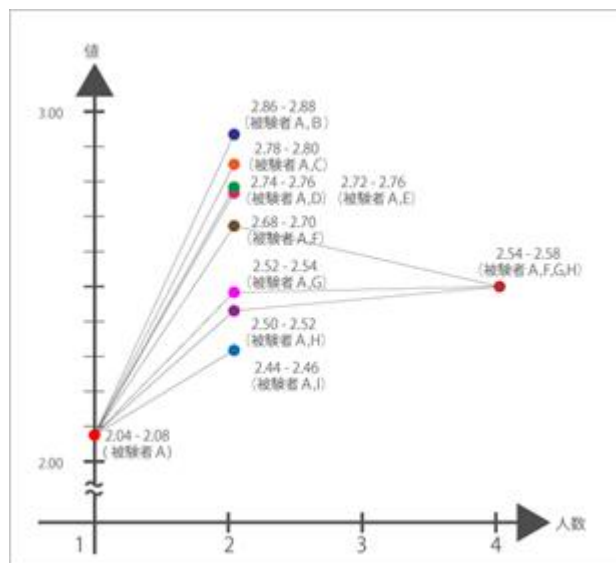


図7 接触インピーダンスのセンシングデータ

4.2 プロトタイプ

タッチリングのプロトタイプ Ver.1, Ver.2 を図 8, 9 に示す。プロトタイプ Ver.1 はブレッドボードを用いて制作したもので、使用する際は図 8 の右上に赤丸で囲まれている直径 3mm の電極 1 つを身体に貼り付ける。プロトタイプ Ver.2 は、Ver.1 をユニバーサル基盤で制作し、小型化したものである。プロトタイプ Ver.2 は、上から見るとスピーカーとフルカラーLED、スイッチだけが見えるように設計している。

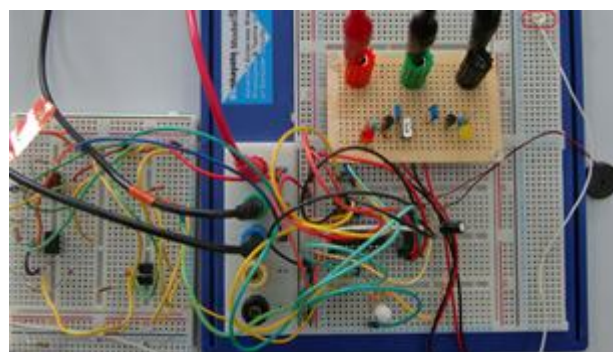


図8 プロトタイプ Ver.1

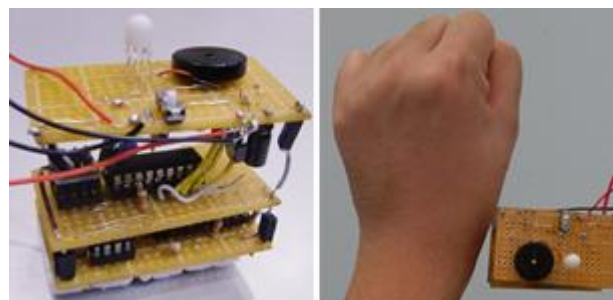


図9 プロトタイプ Ver.2

図 10, 11 にプロトタイプ Ver.2 の設計図を示す。プロトタイプ Ver.2 は、ユニバーサル基盤を三段重ねた構造になっている。縦 31mm、横 54mm、高さ 37mm となっており、手首に十分乗る大きさとなっている。タッチリングの上段には圧電スピーカーとフルカラーLED、スイッチが 1 つずつ表側に組み込まれており、裏側には±5V 三端子レギュレータが組み込まれている。中段には PIC マイコン (16F88) と加速度センサ (KMX52-1050) が組み込まれている。下段には、図 6 の接触インピーダンスをセンシングする回路が組み込まれており、裏側にはタッチリングを手首に固定するためのベルトとステンレスが組み込まれている。

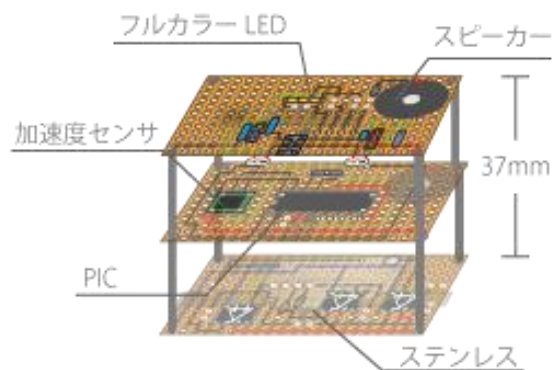


図10 プロトタイプ Ver.2 の設計図(1)

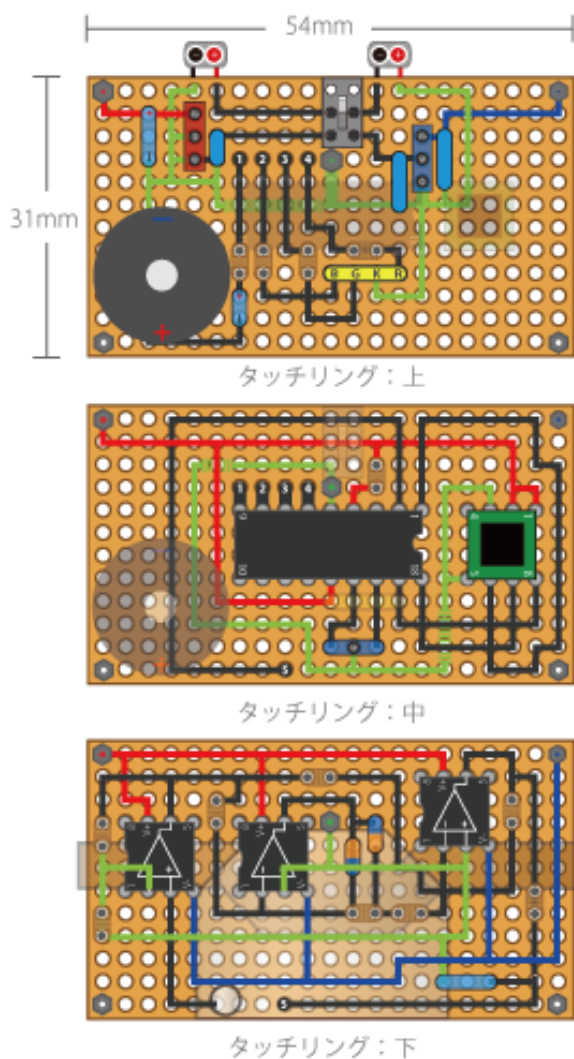


図11 プロトタイプ Ver.2 の設計図(2)

5. 評価実験

5.1 評価方法

タッチリング Ver.1 の評価実験を行なった。実施日は2011年12月2日。実施時間は午前11時から午後5時。場所は公立はこだて未来大学 2F 学習スペース。実施方法はタッチリング Ver.1 を用いて、被験者に2人1組で接触によるインタラクションを体験するものである。実験開始前に、被験者の腕に電極をテープで貼り付け、両手を自由に動かすことができるようにした。電極を貼り付けた後、被験者に「これからお互いに、相手の方と接触を行なっていただきます。接触する体の部位、方法、タイミングは全てお任せします。」と提示した(図12)。実験終了後、被験者に質問用紙を渡し、回答してもらい回収した。被験者は20歳から24歳の男性17名、女性9名の合計26名で、同性の友人が10組、異性の友人が3組であった。



図12 評価実験

5.2 結果と考察

接触することで起こるインタラクションについて、LED が光ることに関して「とても楽しい」と答えたのが53.8%、「やや楽しい」と答えたのが46.2%であった。効果音が鳴ることに関して「とても楽しい」と答えたのが88.4%、「やや楽しい」と答えたのが7.7%、「ややつまらない」と答えたのが3.9%であった。また、接触することについて「とても楽しくなった」と答えたのが57.7%、「やや楽しくなった」と答えたのが30.7%、「変わらない」と答えたのが11.6%であった。多くの人と接触したいと感じたかについて、「とても感じた」と答えたのが34.6%、「やや感じた」と答えたのが26.9%、「どちらでもない」と答えたのが34.6%、「やや感じなかった」と答えたのが3.9%であった。これは今回の評価実験が2人1組であったため、複数の人との接触を体験しなかったことが要因の一つとして考えられる。

意見として「接触をすることに真剣になった」「タッチリングを使用して相手との仲がより深まった気がする」「小さい子供たちは、これを使った独自の遊び方をつくって楽しそうだ。」などのポジティブな意見があった。このことから、接触の機会が増えることで、接触することが楽しくなると考えられる。しかし、「静かに接触しても勢い良く接触しても色や効果音が同じである」「効果音の種類がもっとあると面白い」という意見も見られ、接触のスピードによるインタラクションの変化と、効果音の種類を増やすことを今後の課題として改善する。

接触に反応して効果音が鳴り LED が光ることに被験者は興味を持ち、更に手以外に接触しても反応することに殆どの被験者が驚きを見せていた。また、接触部位として、手や腕だけではなく、頭や胴、足などに接触している被験者が88.5%見られた。異性の友人間では、最初は接触することに抵抗がある様子であったが、触ると効果音が鳴り、LED が光ることを理解してからは、手や腕以外にも頭や足などを接触しており、接触に対する抵抗感が少なくなっていく様子が見られた。以上のことから改善点はあるものの、タッチリン

グを使用することで身体接触の誘発や、より親密なコミュニケーションを実現できたと考えられる。

6. まとめ

本稿では、接触することで起きる音と光のインタラクションにより、身体接触を促すことで親密なコミュニケーションを実現する“タッチリング”を開発した。接触インピーダンスを用い、接触時のインピーダンス値に応じて光の色と効果音が変化するように制作した。ユーザによる評価実験を行った結果、ユーザ同士の接触によるインタラクションに楽しさや面白さ、親密感を感じたという結果が得られた。

7. 議論と今後の課題

タッチリングの評価実験では、殆どの被験者から「楽しい」や「面白い」というポジティブな意見が得られ、被験者は感覚的に効果的なインタラクションを得ていた。また、コミュニケーションにおいては、多くの部位に接触していたり、仲が深まったと感じたりする被験者が多く、コミュニケーションの支援をすることができた。しかし、「接触する勢いが違っても色や効果音が同じである」「効果音の種類が少ない」という大きく2つの問題点が明らかになった。タッチリングに組み込まれている加速度センサを用いて接触する勢いをセンシングし、それに対応した効果音を作成して組み込むことで、解決できると考えている。また、効果音が鳴ることで楽しく感じる傾向が見られたので、接触しながら腕を振ると効果音が鳴るインタラクションを設けることで、より接触を楽しむことができると考えている。タッチリングの効果音の種類を増やすにあたって、接触インピーダンスの変化量をより大きくして精密にセンシングするため、非反転増回路の増幅率を上げることも検討する。

今後は、タッチリングのインタラクションを改善し、タッチリング Ver.2 のインタラクションと、視覚的な印象について評価実験を行う。主に、インタラクションを改善したことによる印象の変化について重点的に検証していきたい。その後、プリント基盤で制作し、小型化したタッチリング Ver.3 の評価実験を行う。

謝辞 本研究の上で、電子回路についてご指導をいただいた櫻沢研究室研究生の小塩俊貴氏に衷心より御礼申し上げる。また、接触インピーダンスの計測実験や、タッチリングの評価実験の際に被験者を快く引き受けて下さり、多くのご意見やご感想を述べて下さった同期・後輩の皆様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 河瀬裕志, 土谷幹, 柳英克, SyncFeel-身体感覚を用いた親密なコミュニケーション支援システム-, Wiss 2010, 2010
- 2) Nintendo Wii, Nintendo, <http://www.nintendo.co.jp/wii/>, (2006).
- 3) 山口創, 愛撫・人の心に触れる力, 日本放送出版協会, 2003.
- 4) 山口創, 子供の「脳」は肌にある, 光文社新書, 2004.
- 5) 赤坂瑠以, 坂本章, 携帯電話の使用が親子のコミュニケーションに及ぼす影響, 日本パーソナリティ心理学会大会発表論文集(17), 26-27, 2008-11-15.
- 6) Suzuki, K, and Hashimoto, S., FeelLight: A Communication Device for Distant Nonverbal Exchange, Proc.of ACM SIGMM workshop on Effective Telepresence, 2004.
- 7) 馬場哲晃, 牛尼剛聡, 富松潔, Freqtric Drums: 他人と触れ合う電子楽器, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.3, Mar.2007.
- 8) 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, Wiss 2007, 2007.