

Touch-Shake:高齢者の生活リハビリテーションを目的としたコミュニケーションツール

山口 陽平^{1,†1,a)} 柳 英克^{1,†1,b)} 竹川 佳成^{1,†1,c)}

概要: 本研究は、高齢者の生活リハビリテーションを目的としたコミュニケーションツール“Touch-Shake”の開発と評価を行う。Touch-Shakeは、身体接触を検知してTouch-Shakeから音と光を発生し、使用するユーザ個々の体格や体調、接触する相手によって音と光を変化させるインタラクションを実現するのである。このため、ユーザはTouch-Shake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の機会が増える。本研究では、Touch-Shakeを介護老人保健施設に入居する高齢者向けに開発し、ユーザ同士がTouch-Shakeを用いることで、生活リハビリテーションやコミュニケーションにどのような効果があるかを検証した。

1. はじめに

近年、日本では出生率の低下や平均寿命が延びたことで、少子高齢化が急速に進んでいる。2005年に行われた国勢調査結果 [1]によると、日本の65歳以上の人口は2682万人で、約21.0%となっている。2000年と比べても、65歳以上の人口は481万人も増加している。また、高齢者の増加に伴い、介護老人保健施設や老人ホームなどの施設数が増加している。厚生労働省の調査結果 [2]によると、2010年には老人ホームの施設数が2,617、介護老人保健施設は3,500あり、介護老人保健施設の定員数は約32万人で、2002年と比べると約9万人も増加している。介護老人保健施設では、看護師や介護士が入居者の日常生活の補助を行っており、補助を行う上で意図的に身体接触が行われている。なぜなら意図的な身体接触によるコミュニケーションは、高齢者の不安などを低減し、リラックス感や安心感を生起させるからである [3][4]。また、高齢者に対して意図的な身体接触を3分間行うと、高齢者は安心感を生起させ、疼痛が緩和される上に、認知症患者のノイロメトリー値（自律神経系活動などの客観的指標）にも良い影響を与えることをTatsumiら [5]は示した。更にTatsumiらは、身体接触を行うことで高齢者の体表面温度にも良い影響を与えることを述べている。

また身体接触のような非言語コミュニケーションについて、マジョリーは人のコミュニケーションの93%を占めていると述べている [6]。特に、身体接触を用いる対面コミュニケーションは非言語コミュニケーションの中でも、視覚・聴覚・嗅覚・触覚といった4つの感覚を伴うため、親密なコミュニケーションといえる。しかし山口 [7]によると、1人の入居者に対してコミュニケーションを行う時間の内、身体接触を伴ったコミュニケーションを行う時間は0.2%のみであり、日本は他国と比べても身体接触を行う時間は大変少ないという問題がある [8]。

そこで本研究では、身体接触という親密なコミュニケーションを通じた、高齢者の生活リハビリテーションを促すコミュニケーションツール、Touch-Shakeの開発を行う。本研究の目的は、Touch-Shakeから流れる音楽と光のインタラクションによる楽しさをユーザに体験させ、身体接触による親密なコミュニケーションの機会を増やすことで、高齢者の生活リハビリテーションを促すことである。また、本稿はTouch-Shake [9]を高齢者向けに応用させたものである。本研究における生活リハビリテーションとは、食事や入浴、遊び等の日常生活を通じて、介護老人保健施設や老人ホームの入居者が、より自立した生活を行えるようにするためのリハビリテーションと定義する。

Touch-Shakeには、身体接触を検知するために静電容量センサが搭載されており、使用するユーザ個々の体格や体調、接触する相手や接触の仕方に応じて光や音の反応を変化させる機能を持つ。この機能により、ユーザは様々な人と身体接触したくなり、会話や身体接触による親密なコミュニケーションの機会が増え、ユーザの生活リハビリ

¹ 公立はこだて未来大学
FUN, Hakodate, Hokkaido, Japan
^{†1} 現在、公立はこだて未来大学
Presently with Future University of Hakodate
^{a)} g2112037@fun.ac.jp
^{b)} yanagi@fun.ac.jp
^{c)} yoshi@fun.ac.jp

ーションを促すことができる。

2. 関連研究

Iida らが開発した Enhanced Touch[10] は、人体通信 [11][12] を用いた腕輪型のコミュニケーションツールであり、人と接触することで6つのLEDが光る。Enhanced Touch を用いることで身体接触を誘発し、ユーザの対面コミュニケーションを支援する。また、Baba らが開発した Freqtric Drums[13] は、人の手や肌に触れることで、数種類のドラム音を鳴らすことができる電子楽器である。Freqtric Drums を用いることで、ユーザは対面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。

これらは、人と接触すると音や光を発する点で本研究と類似している。しかし、Touch-Shake は、使用するユーザ個々の体格や接触する相手等に応じて再生される曲と光が変化するため、接触行為に偶然性を取り入れる機能が備わっている。これによって、ユーザは様々な人と接触したくなり、接触に対するモチベーションが維持される。また、接触中にデバイスを振る等の行為によって音や光をさせること等、接触中にもコミュニケーションを楽しめる機能をもつ点も他研究と異なっている。

生活リハビリを支援する研究として、シリアスゲームとして開発された『樹立(きりつ)の森リハビリウム』[14]がある。樹立の森リハビリウムは、ユーザがモニタの前で立ち座りを行うと、モニタ内の木が成長し、目標回数に到達するとゲームクリアになるものである。また、樹立の森リハビリウムには、モチベーションやリハビリ効果を上げるために利用者内のランキング機能が備わっている。この研究は、生活リハビリ支援にエンターテインメント性を含める点で本研究と類似している。しかし、樹立の森はゲームによる楽しさによってリハビリテーションのモチベーションを高めていることに対し、Touch-Shake は人と人とのコミュニケーションに重点を置き、接触する相手に応じて再生される曲と光が変化する機能によって、多くの人と接触するモチベーションを高めることで生活リハビリテーションのモチベーションを維持して高めている。

3. Touch-Shake の概要

3.1 システム構成

Touch-Shake の外観と基盤図を図1に示す。また、Touch Shake を実際に利用している様子を図2に示す。Touch-Shake は2本の棒状のデバイスから構成されており、1人の人が1本の棒を持って利用する。棒状を選定した理由は、「高齢者は身体にモノ、特に見慣れないモノを装着することに抵抗感を抱く」「マラカスやタンバリンなど、持って遊ぶ楽器を触って遊ぶことに抵抗感が無い」ことが、介護老人保健施設へ事前調査したことで判明したためである。また、これまでの Touch-Shake の LED の数は1つであった

が、LED を4つに増やしたことで、LED の存在に気づき易くなり、LED によるより豊富な演出が可能にしている。Touch-Shake で用いている回路は、ユーザ同士がデバイスを持っていない片方の手で相手の身体を触ることで電氣的に閉回路ができ上がり、静電容量センサ(図1-(b))の原理を用いて身体接触を検出する。本回路は、人がもつ静電容量を利用したRCローパスフィルタを持ち、入力パルスの応答から静電容量値Cを推定する。図3(1)のパルスの波形は抵抗 $R(=1M\Omega)$ と静電容量Cによって(2)のように Δt の遅れをもつ波形に変化する[15]。Cが大きな場合、すなわち電極に指が触れている場合はより長い遅れ Δt が発生する。波形の遅れ Δt を計測するには、(2)の波形をシュミットトリガ入力バッファによって整え、(1)との排他的論理和を取ることで長さ Δt のパルスを作り、Arduino Nano で計測する。なお、静電容量計測時に人体に流れる電流は最大で $5\mu A$ と極めて小さく、人体に影響はない。また、人が感ずることのできる最小の電流 $0.2mA(60Hz)$ [16]を大きく下回っており、利用者は痛み等電気による刺激は全く受けない。

Touch-Shake の構造を図1-(c)に示す。Touch-Shake は加速度センサも搭載(図1-(b))しており、これらのセンサデータをもとに、Touch-Shake 上のLEDや音が変化する。Touch-Shake の各棒のサイズは縦26.2cm、横と高さは5.4cm、各棒の重さは198gで小型軽量であり、各棒につき9V電池1本で動作する。

3.2 機能

Touch-Shake の機能を図4に示す。

3.2.1 機能 (a)

図4-(a)に示すように身体接触を検出すると、スピーカから楽曲が再生され、楽曲に対応した明滅パターンでLEDが光る。楽曲は、身体接触を行っている間は常に流れ続け、身体を離すと楽曲が止まり、LEDが消灯する。再び身体接触をすると、楽曲の最初から再生される。楽曲は、Tatsumi ら[5]の研究に沿って、身体接触時間が3分以上になるよう1曲3分以上の楽曲を選択しており、童謡や演歌など高齢者の聞きなれている楽曲を選定している。また、静電容量センサの感度を高めることで、接触する相手やタッチする強さ、ユーザの体格や体調などで静電容量センサの値が変化する。

3.2.2 機能 (b)

図4-(b-1)に示すように、静電容量センサの感度を高めることで、静電容量に閾値を設定し、ユーザが身体接触することで変化した静電容量に合わせ、楽曲とLEDが変化する仕組みとなっている。この静電容量センサの特性を活用し、7種類の楽曲と明滅パターンを用意することで、図4-(b-2)に示すように、ユーザの体格や体調、接触する

相手によって再生される楽曲や LED の明滅パターンが変わる。また、身体接触時に接触する面積を大きくすることや、勢いよく相手と接触することでも楽曲と LED は変化する。更に、Touch-Shake は 3 人以上で利用することもでき、Touch-Shake を持っている 2 人のユーザの間に入り接触することで、再び再生される曲や光の明滅パターンが変化する。これらにより、ユーザは接触行為に新鮮さを保つことができ、様々な人と接触するモチベーションにもなる。

3.2.3 機能 (c)

図 4(c) に示すように、接触しながら片方のデバイスを振ると効果音が鳴り、もう一方のデバイスを振ると音量を調節することができる。

4. 評価実験

4.1 実験方法

Touch-Shake が介護老人保健施設の入居者のコミュニケーションと、日常生活における身体機能や動作に与える影響の調査実験を行なった。被験者は介護老人保健施設に入居している 80 代の方で、難聴と腰痛を抱えている。被験者には 1 ヶ月の間、介護者や入居者、被験者の家族の方と共に Touch-Shake を使用していただいた。実験するにあたって、介護者や看護師の方に被験者と身体接触を行う相手の様子を書いていただきながら調査を行った。また、Touch-Shake の使い易さや安全性を検証するため、介護者の方がいなくても被験者が Touch-Shake を使用可能かを調査した。

4.2 結果と考察

実験初日、被験者は初めて見る Touch-Shake に対して「なんだかワクワクしてくるね」と目をパッチリ見開き、期待感を抱いていた。初日は同じ施設に入居している方と Touch-Shake を使用しており、「よく思いつくね」「面白い」など、お互い会話をしながら楽しんでいる様子であった。

実験 3 日目には既に Touch-Shake の使用方法に慣れ、入居者同士で音楽に合わせて、身体接触を行うことができ喜ばれている様子があった。また、接触する相手によって流れる曲が変化することを不思議に思っていた。接触する相手も、不思議に思いながらも笑顔で音楽を聞きながら身体接触を行っていた。

実験期間中の 3 日は孫と Touch-Shake を使用していた。お互い手を繋ぐ機会が殆ど無いため、少し照れ笑いをしていたが、特に被験者は大変喜んだ顔で孫と Touch-Shake を通じてコミュニケーションを交わしていた。しかし、難聴のため音が聞こえ辛い様子が見受けられ、Touch-Shake の配線も少し短いと感じている様子であった。

その後 2 週間程、被験者は 10 名の入居者や看護師の方々と共に Touch-Shake を 1 日 15～20 分使用しており、心身的に良効果を得られるとされている 3 分を大幅に超えて

いた。Touch-Shake の使用に慣れた被験者は、身体接触する相手に使用方法を教える様子が見られた。また、身体接触する相手と歌いながら使用している様子が多々見られた。更に、「色々な人と遊べて楽しい」と、様々な人と身体接触して遊ぶことが楽しくなり、Touch-Shake を使用することへのモチベーションも上がっている様子であった。Touch-Shake の LED による演出にも「明かりの色が変わって楽しい」と答えていた。

実験開始から 20 日程経過した頃、被験者自ら「これで遊んでいるとき、腰痛を忘れられる」と答えていた。また、身体接触をする相手にも「これを使うと賑やかになって凄く楽しい」「普段聞きなれている曲だから、皆で歌いながら使えて良い」と話しており、音楽に合わせ、頭を上下に動かしてリズムをとる様子なども見られた。更に、被験者は実験当初、慣れていないこともあって、Touch-Shake をあまり振っていなかったが、演奏中はずっと Touch-Shake をずっと振れるようになっていた。その後も被験者は、Touch-Shake を使用している間、腰痛が和らぐことを感じながら入居者や孫と一緒に笑顔で Touch-Shake を使用している様子であった。

以上の結果から、被験者は 1 ヶ月の長期的期間でも楽しみながら相手と身体接触を行っていたことが判明した。また、相手と楽しく話していたことや一緒に歌を歌いながら Touch-Shake を使用し、相手と 15 分以上も身体接触することに抵抗感を抱いていない様子であった。これらの様子から、相手とのコミュニケーションを促進できたと考えられる。

Touch-Shake の機能に関して、接触する人によって音や光の演出が変化することに楽しさを感じ、様々な人と接触するモチベーションに繋がっている様子であった。また、LED の光の色が変わる演出に満足していた様子から、LED の数を増やしたことは効果的であったと考えられる。

使い易さに関して、3 日目で使い方に慣れ自ら進んで使用している様子から、特に使いづらいところは無かったと思われる。また、Touch-Shake という初めて見るモノに対しても特に抵抗感はなく、初日から難なく使用している様子であった。Touch-Shake の安全性や耐久性に関して、被験者や身体接触を行った人にケガなども無く、筐体が破損したなどの報告も無かったが、Touch-Shake の配線が短いために少し窮屈感を抱いている様子であった。

日常生活における身体機能として、特に変化は無かったが、Touch-Shake を振る時間が長くなったことや、主観的ではあるが腰痛が緩和した様子を見る限り、身体機能に効果があったと考えられる。また、腰痛の緩和にいたっては実験期間の途中で見られたことから、長期的に使用することで日常生活における身体機能も良くなる可能性も考えられる。それに伴い、生活リハビリテーションに関して看護師や介護士の方も「Touch-Shake は生活リハビリテーショ

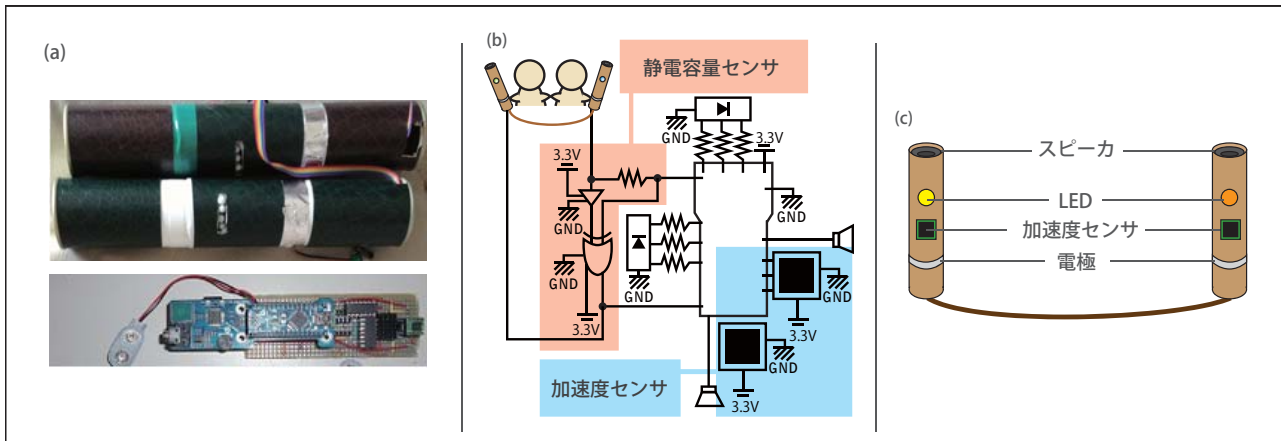


図 1 Touch-Shake の外観と基盤図



図 2 Touch Shake を実際に利用している様子

ンとして期待できそう」と意見を述べていた。

5. まとめ

本研究では、高齢者の生活リハビリテーションを支援するコミュニケーションツール「Touch-Shake」を構築した。実験結果から、ユーザは Touch-Shake 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、使用中は笑顔でいることや一緒に歌っている様子が多く見られ、コミュニケーションを促進することができた。Touch-Shake の安全性や耐久性に関しても、特に怪我も無く、筐体が破損するなどの報告も無かった。また、被験者は Touch-Shake を使う時に腕を振る時間が次第に長くなっていったことや、使用中に持病の腰痛が忘れられるといった主観的意見から、身体的にも良い効果があったと考えられ、生活リハビリテーションにも期待ができる。

今後の展開として、被験者の方や協力者から得られた「音が小さい・配線が少し短い」といった意見を参考に改善する。また、ユーザが Touch-Shake をより使いやすくなるよう、筐体の材質や形状の改良を行う。更に、曲が終わる毎に腕を振った回数によって異なった音楽を流すといっ

た、よりモチベーションを保つことができる機能を加えるなどの改良を行う。さらに、ユーザがより Touch-Shake で遊びたいようになるように、Touch-Shake の筐体の質感や形状を考慮し、設計する。

参考文献

- [1] 進行する少子・高齢化, 総務省 統計局・制作統括官・統計研修所, <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2005/sokuhou/01.htm>, 2005.
- [2] 介護保険施設の状況, 厚生労働省, <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001dzdp-att/2r9852000001dzdk.pdf>, 2010-10.
- [3] 浅井さおり, 田上明日香, 沼本教子, 西田真寿美, 高田早苗, 介護老人保健施設での看護場面におけるタッチの特徴, 老年看護学: 日本老年看護学会誌: journal of Japan Academy of Gerontological Nursing 7(1), 70-78, 2002-11.
- [4] 山口創, 愛撫・人の心に触れる力, 日本放送出版協会, 2003.
- [5] K. Tatsumi, Y. Adachi, Y. Yokota, M. Ashikaga, S. Tanaka, T. Sakai, Effects of Body Touching Therapy on the Elderly. In *Proceedings of the Journal of International Society of Life Information Science* 18(1), pp. 246-253, 2000.
- [6] V. Marjorie: *Louder Than Words: an Introduction to Nonverbal Communication*, Iowa State University Press (1986).
- [7] 山口創, 看護師-患者間の非言語行動の実際と課題-身体

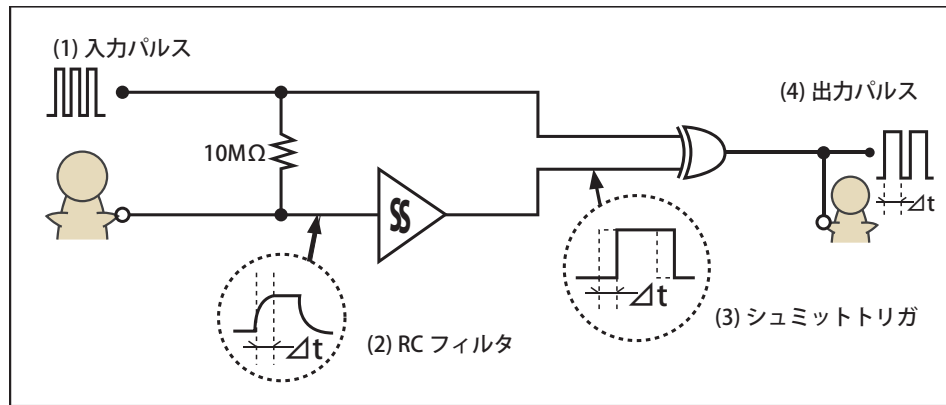


図 3 静電容量回路の仕組み

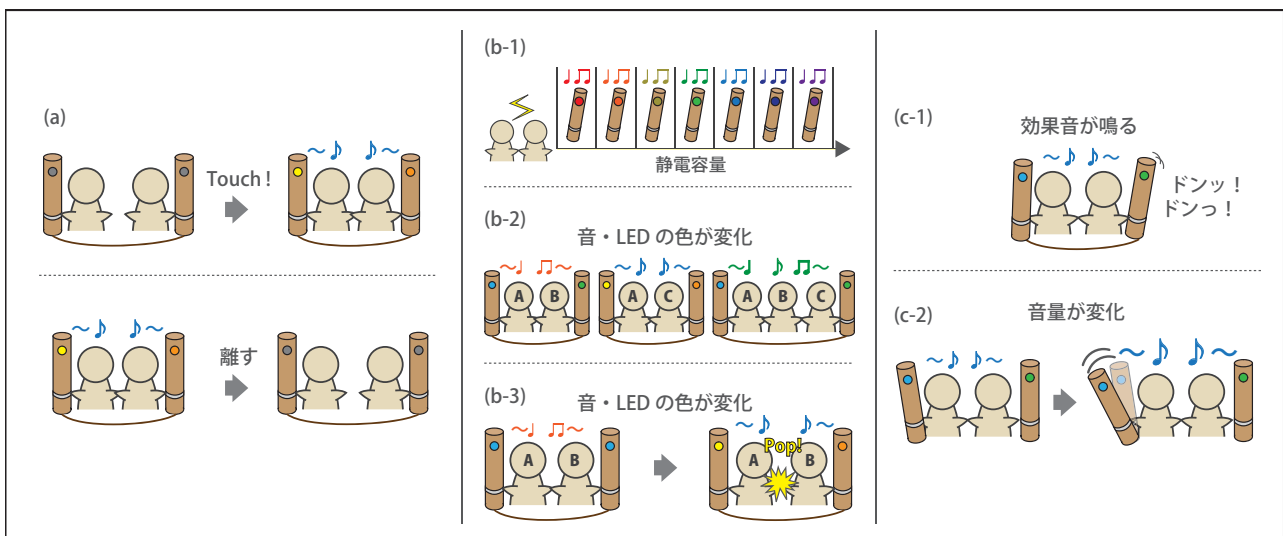


図 4 Touch-Shake の機能

心理学の立場から - , 桜美林論考. 心理・教育学研究 2, 73-83, 2011-03.

- [8] 平田正, 仁平義明, 残間理忠, 身体接触到反映された親子関係の文化的差異, 東北心理学研究, 46-48(1997).
- [9] 山口陽平, 柳英克, 竹川佳成, Touch-Shake: 親密なコミュニケーションを支援するインタラクティブシステムの開発と評価, インタラクシオン 2013, 2013.
- [10] K. Iida, K. Suzuki. Enhanced Touch a Wearable Device for Social Playware. In *Proceedings of the ACM 8th Advances in Computer Entertainment Technology Conference*, 2011.
- [11] T.G. Zimmerman, Personal Area Networks (PAN): Near-Field Intra-Body Communication, M.S. Thesis, MIT Media Laboratory, 1995.
- [12] T.G. Zimmerman, Personal Area Networks: Near-field Intra-body Communication. In *Proceedings of the IBM Systems Journal*, 35, 3.4, pp. 609-617, 1996.
- [13] T. Baba, T. Ushiyama, K. Tomimatsu, Freqtric Drums: a Musical Instrument that uses Skin Contact as an Interface. In *Proceedings of the 7th international conference on New interfaces for musical expression*, pp.386-387, 2007.
- [14] 松隈浩之, 東浩子, 梶原治朗, 服部文忠, 超高齢化社会におけるリハビリ用シリアスゲームの意義, 情報の科学と技術 62(12), 520-526, 2012-12.
- [15] Y Takegawa, K. Fukushi, T. Machover, T. Terada, M. Tsukamoto, Construction of a Prototyping Support Sys-

tem for Painted Musical Instruments. In *Proceedings of the Lecture Notes in Computer Science Volume 7624*, pp. 384-397, 2012.

- [16] T. Bernstein, Electrical shock hazards and safety standards. *IEEE Transactions on Education* 34(3), 216-222, 1991.