

Jorro Beat: シャワーを用いた浴室での触覚刺激装置（第3報） —音楽体験への寄与の検証—

Shower Tactile Stimulation Device in the Bathroom(III)

- User Study of Effect on Improvement of Music Experience -

○星野 圭祐（電通大） 高下 昌裕（電通大） 蜂須 拓（電通大）
小玉 亮（電通大） 梶本 裕之（電通大）

Keisuke HOSHINO, The University of Electro-Communications, hoshi@kaj-lab.jp
Masahiro KOGE, The University of Electro-Communications, koge@kaj-lab.jp
Taku HACHISU, The University of Electro-Communications, hachisu@kaji-lab.jp
Ryo KODAMA, The University of Electro-Communications, kodama@kaji-lab.jp
Hiroyuki KAJIMOTO, The University of Electro-Communications, kajimoto@kaji-lab.jp

We have proposed and developed a system to provide tactile stimulus to enrich music experience in the bathroom by controlling the water flow of the shower. In this paper, we conducted a user study to verify the effect on improvement of music experience by the shower tactile stimulation device. The result showed that music experience while taking a shower was improved. In particular, songs that have a characteristic beats or melody were effectively enhanced by the tactile stimulation of the shower.

Key Words: Bathroom, Haptic, Jorro Beat, Music, Shower, Water.

1. はじめに

シャワーは世界中に普及している。一方、ポータブル音楽プレーヤ・防水機器の普及により浴室でも音楽を楽しむことが可能であり、シャワーを浴びながら音楽を聴く行為は身近なものとなっている。しかしシャワーを浴びながら音楽を聴く際には、シャワーは音楽に対するノイズでしかない。このシャワーと音楽に関する現状に対し、我々はシャワーを触覚提示手段ととらえなおし、音楽という聴覚体験にシャワーによる触覚刺激を同期させることで、シャワーを浴びながら音楽を聴く際の音楽体験の向上が可能ではないかと考えた。

本研究ではシャワーを浴びながら音楽を聴く際の音楽体験向上を目的として、シャワーヘッドから出る水流を制御し、水流の強弱を作ることによって身体の広範囲に振動触覚刺激を行い、その触覚刺激を音楽と同期させることを提案する(図1)。我々はこれまでにシャワーを用いた触覚刺激装置の実装とその性能について報告した[1][2]。本稿では装置による触覚刺激を音楽と同期させることによる音楽体験への効果の検証について報告する。



Fig. 1 “Jorro Beat”: water flow from the showerhead synchronizes music and beats out a rhythm on a wide area of the user’s body.

2. 先行研究

これまでに視聴覚コンテンツの臨場感向上を目的として全身に触覚を提示する数多くの手法が提案されてきた。ジャケット型[3]、椅子型[4][5]、ブランケット型[6]などが挙げられ、これらは搭載された振動子によってコンテンツに時間的に同期させた振動を提示している。こうした成果から、視聴覚コンテンツの臨場感向上の手法として振動触覚刺激の有効性が示されてきたと言える。

一方、浴室を利用したエンタテインメントに関する研究も数多く行われている。その多くは浴槽のフチを用いて DJ のスクラッチ演奏を行うことができる Bathcratch[7]や、水面をインターフェースとして用いる Aqua Top Display[8]など、主に視覚と聴覚によるものであった。浴槽内で触覚提示により

臨場感を高める試みも行われているが、水中での電気刺激を用いており、応用範囲は限定的であった[9]。以上のように、従来の浴室用エンタテインメントの提案はほぼすべて浴槽を対象としたものであったといえる。

シャワーを用いて触覚刺激を行う為に、水流の制御を行うことは自然な手法であると考えられる。水流を制御することによって触覚提示を行うシステムは数多く提案されており、ロボットアームに取り付けられたノズルから異なる圧力・周波数・リズムで液体を噴出することで指先への触覚提示を行う LiquiTouch[10]、格闘ゲームで攻撃の際の衝撃を水流によって再現した Water Ball Z[11]などが挙げられる。しかしいずれも大掛かりな機材を必要としており、浴室への設置を前提としたものではなかった。

3. デバイス構成

本装置はマイクロコントローラ (NXP Semiconductors, mbed NXP LPC1768), モータドライバ (TOSHIBA, TA8429HQ), シャワーヘッド (株式会社タスクスリー, PTB2902), ロータリーエンコーダ搭載の DC モータ (maxon 社, 10W, RE 25), 押しバネ (ステンレス製, 線径 1mm×外径 12mm×長さ 43mm, 最大荷重 1.7kg, 最大圧縮長さ 12mm), アクリル製カムから構成される。作成したデバイスを図 2 に示す。

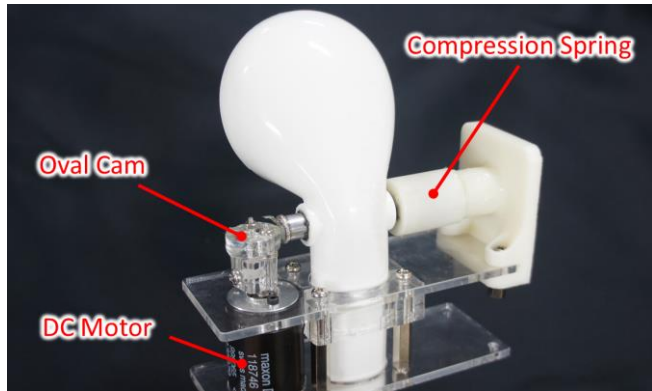


Fig. 2 Prototype device: a mechanical switch on the showerhead is pushed by a camshaft.

図 3 に示すように、本シャワーヘッドには機械的スイッチが搭載されており、そのスイッチを左右に動かすことでシャワーヘッドの OPEN/CLOSE を切り替えることが可能となっている。



Fig. 3 Mechanical switch on the showerhead: pushing the switch by 8 mm can switch the water flow (open / closed)

モータによる円運動をカム機構 (図 4) により直線運動に変換することで、スイッチに振幅 8mm の往復運動をさせ、シャワーヘッドから出る水流の OPEN/CLOSE の制御を行っている。この制御により、身体への水流の接触・非接触を生み出し周期的な触覚刺激を提示する。また、モータの回転速度を制御することにより任意の周期で OPEN/CLOSE を切り替えることが可能であり、これにより任意の周波数で触覚提示を行うことが可能である。

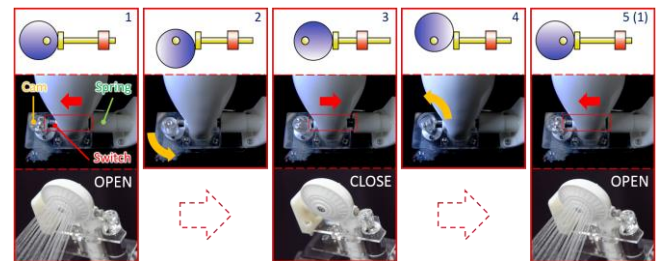


Fig. 4 Cam mechanism

4. 音楽体験向上の評価実験

人体の脚部に対して本装置を用いてシャワーによる刺激を提示することによる音楽体験の変化を検証した。

4.1 実験環境

図 5 に示すように、被験者は椅子に座り、水槽の中に設置した足置きの上に足を載せた。被験者の脚部から直線距離で約 50cm の位置にシャワーヘッドを固定し、水中ポンプ (株式会社工進, SM-525, 最大吐出量 100L/min) によって温水を汲み上げ、シャワーヘッドから排出した。水温は約 42 度に設定し、投げ込みヒーター (泉電熱株式会社, TWSH-1105, 500W) によって一定の温度に保った。実験中はノイズキャンセリング機能付きのヘッドホン (BOSE, QuietComfort3) とアイマスクを着用した。

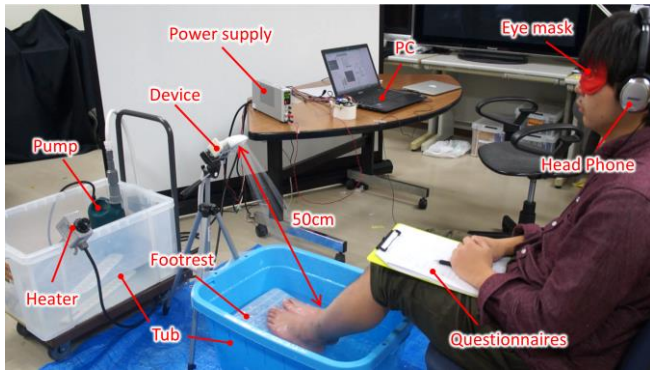


Fig. 5 Setup of user study of effect on improvement of music experience

4.2 実験条件

実験では表 1 に示す 3 種類の音楽を用意した。各曲ともに冒頭部分の 30 秒を使用した。各音楽について『音楽と通常のシャワー』、『音楽と音楽に同期させた触覚刺激を付与したシャワー』、『音楽と音楽に同期させた触覚刺激を付与したシャワー（時間遅れを補償）』の 3 つの条件を作成した（表 2）。シャワーヘッドから噴出された水流が体表に到達するまでには時間がかかり、約 150ms の時間遅れを生じる[1]。本実験における最後の条件は、この時間遅れを補償するために、音楽の再生を 150ms 遅らせることによって聴覚と触覚を同期させたものである。

Table 1 List of Music

曲名	BPM	曲調	触覚提示の基準
We Will Rock You / QUEEN	162.5	特徴的な拍を持つ	特徴的な拍に合わせて触覚提示
Imagine / John Lennon	152.65	穏やか	テンポに合わせて触覚提示
From the New World -4th Movement-	144.0	特徴的なメロディを持つ	メロディに合わせて触覚提示

Table 2 List of Conditions

条件	音楽	触覚付与	時間遅れを補償
音楽と通常のシャワー	○	×	△
音楽と音楽に同期させた触覚刺激を付与したシャワー	○	○	×
音楽と音楽に同期させた触覚刺激を付与したシャワー（時間遅れを補償）	○	○	○

4.3 実験手続

3 つの条件の内 2 つを 1 つの組み合わせとして提示し『どちらが自然でしたか?』、『どちらが心地よかったですか?』、『どちらが好みですか?』という 3 つの質問項目に強制二択で回答させた（表 3）。1 曲につき提示順を含めた 2 条件の組み合わせで $3 \times 2 = 6$ 試行をランダムな順で提示し、次の曲に移行した。曲順もランダムに設定した。被験者は男性 7 名（年齢 21~24 歳、平均 22.9 歳）であった。

Table 3 List of Questions

質問	回答	
	1回目	2回目
どちらが自然でしたか?	1回目	2回目
どちらが心地よかったですか?	1回目	2回目
どちらが好みですか?	1回目	2回目

4.4 実験結果

条件ごとの選択率に対してサーストン法より標準正規分布の逆関数の平均を求めた。各質問項目についての結果を図 6-図 8 に示す。グラフにおいて値が大きいほど選択率が高いことを示している。

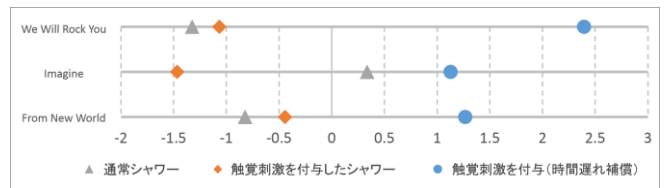


Fig. 6 The result of Naturalness

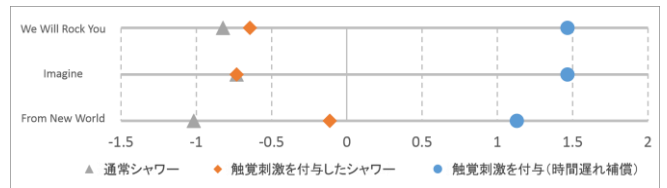


Fig. 7 The result of Comfort

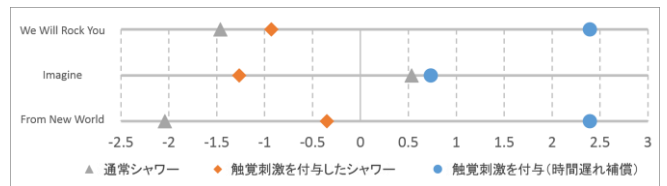


Fig. 8 The result of Fondness

実験結果により、全曲、全質問について時間遅れを補償した触覚刺激を付与した場合のほうが他の 2 つに比べて肯定的な評価が得られるという結果になった。これより、本デバイスを使用することで通常のシャワーと比べて音楽体験が向上することが明らかとなった。実験後の内観報告からも「触覚刺激が付与されたシャワーのほうが通常のシャワーより気持ちよかったです」という意見を得ることができた。

質問ごとに観察すると、自然さについては We Will Rock You が際立って高いことが見て取れる。これにより、どの曲においても触覚刺激を付与した場合自然さのスコアが高いが、特に特徴的な拍をもつ音楽の場合顕著にその傾向があらわれると推測できる。心地よさについては全ての曲で評価が高く、

曲の特徴に関係なく触覚刺激によって心地よさが増すこと推測できる。好みについては Imagine が通常のシャワーと時間遅れを補償した触覚刺激との間でほとんど差がないという結果になった。他の2曲では大きく差が開いていることから、穏やかな曲に関しては時間遅れを補償した触覚刺激を付与してもあまり好みの向上には効果がないと推測できる。

時間遅れを補償しない触覚刺激を付与したシャワーの評価は, Imagine 以外で通常のシャワーよりも高くなった。しかし時間遅れを補償したものと比べると差が大きく開いていることが見て取れる。これより, シャワーヘッドから体表に当たるまでの時間遅れを補償することは音楽同期にあたり大事な要素であるということがわかる。内観報告でも3名の被験者が「音と触覚刺激が合っていない条件は気持ち良くなかった」と回答した。

5. おわりに

本稿では, シャワーを浴びながら音楽を聴く際の音楽体験の向上を目的として, シャワーにより振動触覚刺激を提示することを提案した。カム機構により水流を制御可能なデバイスを作成し, 評価実験として脚へ触覚提示を行うことで音楽体験が向上するか検証したところ, 『自然さ』, 『心地よさ』, 『好み』の点において音楽体験が向上し, 特に特徴的な拍・メロディを持つ音楽に対して効果的であることが明らかになった。

以上により本研究はシャワーによって生じる触覚を音楽に同期させることで音楽体験を向上させることが可能であることを示した。

今後は脚部のみでなく全身での音楽体験向上の実験を行い, また音楽と自動で同期できるシステムを製作する。

文献

- [1] 星野圭祐, 高下昌裕, 梶本裕之: シャワーを用いた浴室での触覚刺激装置の提案, エンタテインメントコンピューティング, 2014.9, 明治大学 中野キャンパス
- [2] 星野圭祐, 高下昌裕, 蜂須拓, 小玉亮, 梶本裕之: シャワーを用いた浴室での触覚刺激装置 (第2報) -振動知覚実験および静音化-, インタラクション, 2015.3. 日本科学未来館.
- [3] Lemmens, P., Cromptvoets, F., Brokken, D., Eerenbeemd, J. and Vries, G. A Body-conforming Tactile Jacket to Enrich Movie Viewing, *World Haptics 2009*, Salt Lake City, UT, USA, March 18-20, 2009.
- [4] Karam, M., Branje, C., Nespoli, G., Thompson, N., Russo, F. A., and Fels, D. I. The emoti-chair: an interactive tactile music exhibit. In *CHI 2010 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. ACM, (2010), 3069-3074.
- [5] Nanayakkara, S. C., Wyse, L., Ong, S. H., and Taylor, E. A. Enhancing musical experience for the hearing-impaired using visual and haptic displays. *Human-Computer Interaction*, (2013), 28(2), 115-160.
- [6] Dijk, O., Weffers A. and Zeeuw, T. A tactile actuation blanket to intensify movie experiences with personalised tactile effects. *3rd Int. Conf. on Intelligent Technologies for Interactive Entertainment*, 2009.
- [7] Hirai, S., Sakakibara, Y. and Hayakawa, S. Bathcratch: Touch and Sound-Based DJ Controller Implemented on a Bathtub. *9th Int. Conf. of Advanced Computer Entertainment (ACE 2012)*, Springer Berlin Heidelberg, (2012), 44-56.
- [8] Koike, H., Matoba, Y. and Takahashi, Y. AquaTop display: interactive water surface for viewing and manipulating information in a bathroom. *ACM SIGGRAPH 2013 Emerging Technologies*. USA, 2013.
- [9] Nakamura, T., Katoh, M., Hachisu, T., Okazaki, R., Sato, M. and Kajimoto, H. Localization Ability and Polarity Effect of Underwater Electro-Tactile Stimulation. *EuroHaptics2014*, Versailles, France, June 24-26, 2014.
- [10] Richter, H., Manke, F. and Seror, M. LiquiTouch: Liquid as a medium for versatile tactile feedback on touch surfaces. In *Proc. of 7th Int. Conf. on Tangible, Embedded and Embodied Interaction*. ACM, (2013), 315-318.
- [11] Hoste, L. and Signer, B. Water Ball Z: an augmented fighting game using water as tactile feedback. In *Proc. of 8th Int. Conf. on Tangible, Embedded and Embodied Interaction*. ACM, (2014), 173-176.