

ASMR 耳かき動画のための音と触覚の同時提示システムの提案

清水 怜良* 湯村 翼*

概要. ささやき声などを再生して聴覚を刺激し、心地よさやリラックス効果を与える ASMR というジャンルの動画がある。ASMR 動画の主要コンテンツである耳かき動画では、視聴者は音を聞くことで耳かきされている感覚を得るが、触覚は得られない。そこで本研究では、ASMR 耳かき動画での使用を目的とし、音により聴覚提示と触覚提示を同時に行うシステム ASSADEP（アサダップ）を提案する。パラメトリックスピーカーをすり鉢状に配置し、各スピーカーから出射される音波の焦点を耳孔付近に合わせることで音響放射圧を発生させ、空気を介してユーザの耳に触覚を提示する。本研究では、ASSADEP で用いるスピーカーのプロトタイプ実装を行い、実現可能性を調査した。また、音源の周波数帯が触覚提示に与える影響について検証した。

1 はじめに

YouTube などの動画配信プラットフォームで配信される動画に、Autonomous Sensory Meridian Response (ASMR) というジャンルが存在する。ASMR 動画では、視聴者はささやき声やマッサージ音などを聞くことで、聴覚の刺激から心地よさやリラックス効果を得る。ASMR 動画の主要なコンテンツのひとつに、耳かき動画がある。視聴者は、配信者がバイノーラルマイクで耳かきする音を聞くことで、耳かきされている感覚を得る。しかし、耳かき ASMR 動画では、触覚を得ることはできない。我々の過去の研究 [5] では、ASMR 動画に合わせて熱を利用した疑似触覚を与えて撫でられる感覚を提示するシステムを提案し、ASMR の没入感が向上する可能性を確認した。ASMR 耳かき動画でも、動画に合わせて触覚を提示することができれば、没入感がさらに高まると考えられる。

本研究では、ASMR 動画に合わせて触覚を付与することで耳かきされる感覚を提示するシステム ASSADEP (Autonomous Sensory Sharing Augmented Device for Ear Pick: アサダップ) を提案する。ASSADEP では、耳への触覚提示のために、超音波スピーカーを利用する (図 1)。超音波スピーカーは触覚提示装置としてよく用いられ [2][4]、本来の用途である可聴音も発生させられるため、ASMR 動画の音声と触覚の提示を同時に行うことができる。本研究では、超音波スピーカーを用いて ASSADEP の設計とプロトタイプ実装を行い、触覚提示方法について考察した。

超音波を用いた触覚提示は、さまざまな先行研究が実施される。平山ら [1] は超音波を用いて視覚、



図 1. 音と触覚の同時提示システム ASSADEP.

聴覚、触覚を同時に提示するディスプレイ MATD: Multimodal Acoustic Trapping Display を開発した。また、Shen ら [3] は唇や口腔内に触覚を与える VR 体験システムを開発した。しかし、耳かきの感覚を触覚提示する試みは行われていない。本研究では、耳かきを再現する聴覚と触覚のマルチモーダルな感覚提示を、音波という単一のメディアによって実現することを目指す。

2 ASSADEP

ASSADEP は、ASMR 耳かき動画に合わせて耳かきされる感覚を提示するシステムである。ASSADEP において音を発生させるデバイスを ASSADEP Speaker と呼ぶ。ASSADEP Speaker はユーザーの左右に配置し、両耳へ感覚提示を行う。

ASSADEP Speaker は、パラメトリックスピーカーを用いて空中に圧力を発生させ、耳に触覚を提示する。パラメトリックスピーカーは、超音波スピーカーを配列させたものである。超音波スピーカーは、音波を利用し、特定の方向へ音を届けることができる。

各超音波スピーカーから出射される音波の焦点を

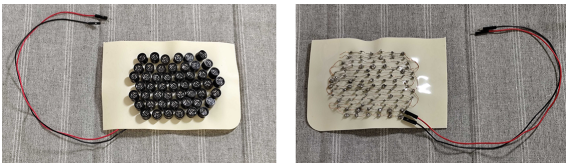


図 2. ASSADEP Speaker のスピーカー部。(左) 超音波スピーカーを並べた表面。(右) 配線を行った裏面。

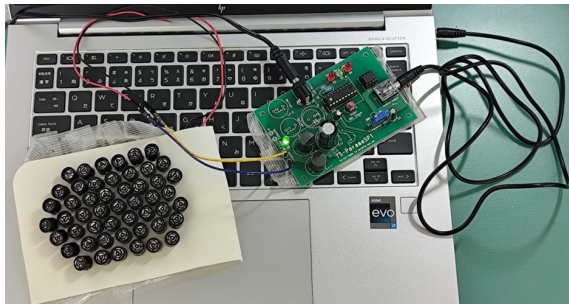


図 3. ASSADEP Speaker と PC の接続。

周波数帯	触覚の強さ
20Hz～200Hz	強く感じられる
200Hz～2kHz	弱く感じられる
2kHz～20kHz	ほぼ感じられない

耳孔付近に合わせるため、超音波スピーカーをすり鉢状に配置する。これにより、重なった音波が音響放射圧を発生させ、空気を介してユーザーの耳に触覚を提示する。

3 プロトタイプ実装

3.1 設計

ASSADEP Speaker の実装には、トライステート社製のパラメトリックスピーカー実験キットを採用した。このキットを用いることで、超音波スピーカーを容易に構築できる。スピーカー部分は、超音波スピーカーをシリコンゴムマットに刺して配置し、銅線とジャンプワイヤで配線した(図2)。シリコンゴムマットを用いた理由は、スピーカーの曲率を変更できるようにし、最適化の検討をしやすいするためである。ASSADEP Speaker は、3.5mm ステレオミニプラグで PC と接続して使用する(図3)。

3.2 検証

提案手法の実現可能性を確かめるため、実装した ASSADEP Speaker のプロトタイプを用いて検証を実施した。触覚提示の強さの周波数依存性の調査も実施した。

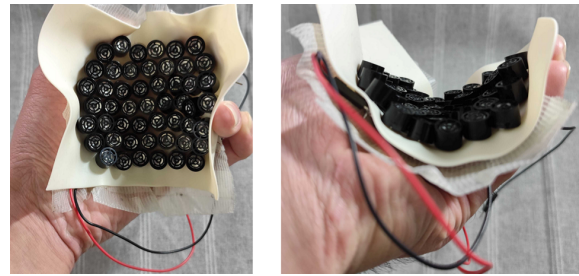


図 4. 検証 1 の様子。手ですり鉢状を形成した。

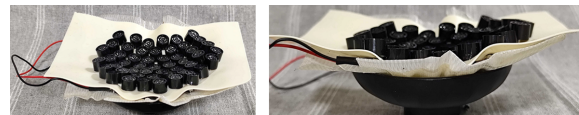


図 5. 検証 2 の様子。椀蓋ですり鉢状を形成した。

検証1では、スピーカー部を手を持ち、平面の状態とすり鉢状に変形させた状態で、触覚を比較した(図4)。その結果、手のひらと耳の双方で、低音域の再生時に触覚を感じた。特に手のひらでは、平らな状態よりもすり鉢状にした状態のほうが、触覚が強く感じられた。耳では、すり鉢状にした際に耳孔付近でわずかに触覚を感じた。

検証2では、椀蓋を用いて固定し、すり鉢状を形成した(図5)。音源には、それぞれ20Hz～200Hz、200Hz～2kHz、2kHz～20kHzの周波数帯の音が鳴る3種類の動画を用いた。これらをASSADEP Speakerで再生し、体験者が感じる触覚の強度を比較した。その結果を表1に示す。20Hz～200Hzの低音域で最も強く触覚を知覚した。それ以上の周波数帯では触覚が弱まるか、知覚されなくなった。

検証の結果、低音域の音が鳴っている際に触覚を感じられることがわかった。検証から、3つの課題があげられた。まず、提示する触覚が弱い点である。触覚をより強く提示するためには、スピーカー部分のすり鉢状の角度を最適化することが求められる。また、強い触覚提示のためには音量を上げる必要があるが、音量を上げすぎると音割れが生じる。スピーカーの数を増やして、スピーカーひとつあたりの音量を維持しつつ提示触覚を強めることで解決できる。さらに、スピーカーから高音域のノイズが発生する場合がある。その原因と抑制方法についても検討が必要である。

謝辞

本研究は、筑波大学の落合陽一氏との議論を通じて着想を得たものです。ここに感謝申し上げます。

参考文献

- [1] R. Hirayama, D. Martinez Plasencia, N. Masuda, and S. Subramanian. A volumetric display for visual, tactile and audio presentation using acoustic trapping. *Nature*, 575(7782):320–323, 2019.
- [2] T. Iwamoto, M. Tatezono, and H. Shinoda. Non-contact method for producing tactile sensation using airborne ultrasound. In *International Conference on Human Haptic Sensing and Touch Enabled Computer Applications*, pp. 504–513. Springer, 2008.
- [3] V. Shen, C. Shultz, and C. Harrison. Mouth Haptics in VR using a Headset Ultrasound Phased Array. In *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '22, New York, NY, USA, 2022. Association for Computing Machinery.
- [4] 篠田裕之. 超音波を用いた空中触覚提示. 日本音響学会誌, 76(1):38–45, 2019.
- [5] 清水 怜良, 湯村 翼. ASSADS: ASMR 動画に合わせて撫でられる感覚を提示するシステムの開発と評価. 研究報告エンタテインメントコンピューティング (EC) , Vol.2025-EC-75(Issue.19):1–4, 2025.

未来ビジョン

本研究で提案する ASSADEP は, ASMR 動画における耳かき感覚の再現を目的としている. しかし, 本来の価値は, 感覚を通信可能な情報として扱う新しいコミュニケーション方式を確立することにある.

現在のデジタルコミュニケーションは, 視覚と聴覚が主要要素である. ビデオ通話で相手の顔や声は伝わるが, 物理的な存在や場の雰囲気, 直接触れる感覚は共有できない. 本研究で用いる音波による触覚提示技術は, この課題を解決するための第一歩となる. 音波は音響信号を物理的な力に変換する. 非接触で皮膚感覚を刺激できるのである.

本研究では, この技術を単なる ASMR の補助機能ではなく, 触覚をデジタル情報に変換す

る基盤技術として捉える. 通信を通じて触覚を送受信し, 復元することが可能になる. この基盤を確立できれば, 聴覚と視覚に加えて触覚も送受信できる. これにより, 人間の感覚経験そのものを媒体として共有できるようになる.

実現したい目標は感覚共有である. 感覚共有は, ある人の体験やクリエイターが意図した感覚を他者が同じように体験することを指す. ASSADEP はこの感覚共有の初期的な形態である. その応用可能性はエンターテインメント分野に留まらない. 例えば, 遠隔地の家族や友人と触覚を共有できれば, 精神的なつながりが深まる. また, 映画や VR ゲーム, ライブは単なる鑑賞から実体験へと変わる. 本研究の成果は, テクノロジーによって人々の新しい体験の実現に貢献する.