# 耳部への触覚提示によるASMR動画視聴体験の拡張

清水 怜良[1,a)]　湯村 翼[1,b)]

**概要**：ささやき声などの音声を耳で聞くことにより，心地よさやリラックス効果を与えるASMRという動画ジャンルがある．ASMR動画の主要コンテンツの1つに耳かき動画があり，視聴者は音声から耳かきされている感覚を得るものの，触覚は得られない．そこで本研究では，耳部への触覚提示によりASMR動画の視聴体験を拡張するため，音と触覚を同時に提示するシステムASSADEP（アサダップ）を提案する．ASSADEPは，すり鉢状に配置したパラメトリックスピーカーにより音波の焦点を耳孔付近に合わせ，音響放射圧を用いて空気を介して耳部へ触覚を提示する．本研究では，ASMR動画の音声から触覚提示用の音声を生成するプロトタイプを実装した．

**キーワード**：ASMR, 触覚, インタラクティブ

## 1. はじめに

YouTubeなどの動画配信プラットフォームには，ささやき声やマッサージ音などの聴覚刺激を通じてリラックス効果を得るASMRというジャンルの動画がある．ASMR動画には，耳かきや耳息など耳部への刺激をテーマにしたコンテンツがある．視聴者はバイノーラルマイクで録音した音声を聞き，耳部が刺激される感覚を得る．しかし，既存のASMR体験は聴覚のみに依存しており，触覚は得られない．我々の過去の研究では，ASMR動画に合わせて熱を利用した疑似触覚を付与するシステムを提案し，視聴体験を拡張できる可能性を確認した[1]．耳部への刺激をテーマにしたASMR動画においても，音声に合わせて耳部へ触覚を提示できれば，視聴体験をさらに拡張できると考えられる．

本研究では，耳部への触覚提示によりASMR動画の視聴体験を拡張するシステムASSADEP（Autonomous Sensory Sharing Augmented Device for Ear Pick：アサダップ）を提案する．ASSADEPは，音と触覚を耳部へ同時に提示するシステムであり，耳部への触覚提示に超音波スピーカーを利用する．

[1] 北海道情報大学
Hokkaido Information University
[a)] s2581104@s.do-johodai.ac.jp
[b)] yumu@yumulab.org

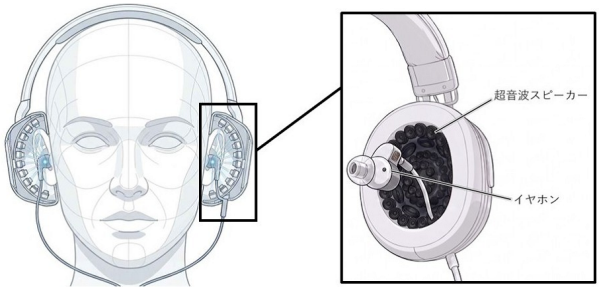



図 1: 音と触覚の同時提示システムASSADEP.

## 2. ASSADEP

ASSADEPは，耳部への刺激をテーマとするASMR動画に合わせて，耳部へ触覚を提示するシステムである．耳かき動画を使用コンテンツの一例として想定し，耳かきされる感覚を提示するシステムとして実装する．ASSADEPは，ソフトウェアである音声変換部と，ハードウェアである触覚提示部の連携により実現する．

音声変換部はPC上で動作し，入力されたASMR動画の音声をリアルタイムに解析するソフトウェアであり，実装にはMax9を用いる[2]．音声変換部は，動画の音声から可聴域外の低周波帯域へ変調した触覚提示用の信号と，変調を加えない音声提示用の信号の2種類を生成し，それぞれパラメトリックスピーカーとイヤホンから出力する．音声の特徴に応じて超音波のパラメータを動的に制御し，音と触覚の同時提示を実現する．

触覚提示部は，複数の超音波スピーカーをすり鉢状に配

© 2018 Information Processing Society of Japan

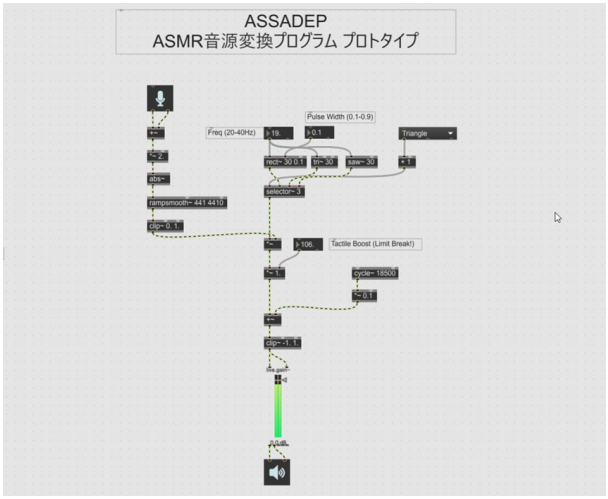



図 2: Max9 で作成した音声変換パッチ.

置したパラメトリックスピーカーと，音声提示用のイヤホンを統合したヘッドホン型デバイスである．各超音波スピーカーから出射される音波の焦点を耳介付近に合わせると，重なった音波により音響放射圧が発生し，空気を介してユーザーの耳へ触覚を提示できる．また，イヤホンを耳孔に装着することで ASMR 音声を提示すると同時に，強力な超音波の耳孔内部への侵入を物理的に防ぎ，聴覚の安全性を確保する．さらに，超音波の音圧レベルを国際的な許容値 110 dB SPL[3] を下回るよう設計する．これにより，空中超音波の曝露に伴う人体への影響を最小限に抑える．

## 3. プロトタイプ実装

### 3.1 設計

プロトタイプシステムは，提示デバイス部と音声変換部の 2 つから構成される．

提示デバイス部では，超音波スピーカー 50 個をすり鉢状に配置したパラメトリックスピーカー部を設計した（図 3）．プロトタイプの実装には，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用いる．このキットを利用することで，超音波スピーカーを容易に構築する．耳から 50mm の位置に音波の焦点を合わせ，音響放射圧を集束させて耳部へ非接触で触覚を提示する構造とした．また，超音波スピーカーアレイと音声提示用のイヤホンを統合したヘッドホン型デバイスの構造を採用し，空中超音波の不要な曝露を抑えて人体への安全性を確保した．イヤホンを装着することで，ASMR 音声を提示すると同時に，耳孔内部への超音波の侵入を物理的に防ぐ．

音声変換部では，入力された ASMR 動画の音声をリアルタイムに解析し，触覚提示用の変調信号と音声提示用の信号を動的に制御するソフトウェアを設計した (図 2)．パラメトリックスピーカー実験キットのハードウェア特性に起因する低周波数帯域の減衰と，無音入力時のスピーカー自動停止という 2 つの課題に対応するため，デジタル信号

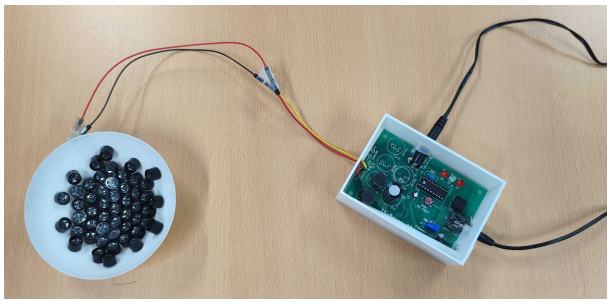


図 3: プロトタイプ実装のハードウェア.

処理による補償アルゴリズムを導入した.

### 3.2 実装

設計に基づきハードウェアを製作し，Max9 を用いた音声変換プログラムを開発した.

音声変換部の音声処理プログラムは，以下の処理をリアルタイムで実行する．まず，入力されたステレオ音声信号をモノラルに合算し，微小な音の取りこぼしを防ぐために事前増幅する．その後，全波整流とアタックタイム 10 ms・リリースタイム 100 ms の平滑化処理を適用し，ASMR 音声の音量変化を表すエンベロープを抽出する．次に，人間の可聴域を下回る 20〜40 Hz の帯域において，デューティ比 0.1 のパルス波をキャリア信号として生成する．デューティ比 0.1 とは，周期当たりの通電時間を全体の 10%に抑えた値である．通電時間を短く設定することで，超音波スピーカーへの熱負荷を軽減しつつ，皮膚へ鋭い衝撃感の触覚刺激を生み出す．抽出したエンベロープとパルス波を振幅変調により合成した後，回路内のハイパスフィルターによる超低音の減衰を相殺するため，デジタル空間上で信号をあらかじめ過増幅して出力する．無変調状態でのスピーカー自動停止を防ぐため，可聴域外である 18.5 kHz のパイロット信号を微小な振幅で常時重畳する．出力段には信号振幅を制限するクリッピング処理を配置し，過大入力による信号の歪みや機器の損傷を防ぐ.

### 参考文献

[1] 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. Vol.2025-EC-75, No. Issue.19, pp. 1–4 (2025).
[2] Cycling'74: Max, Web.
[3] 星　貴之：超音波曝露に関する再考，日本音響学会誌，Vol. 78, No. 9, pp. 508–513（オンライン），DOI: 10.20697/jasj.78.9$_5$08(2022).

© 2018 Information Processing Society of Japan