

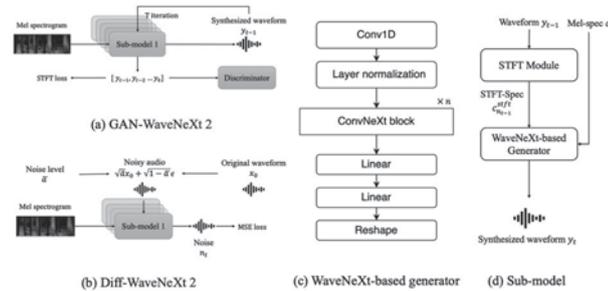
2-1-1

2-1-1 GAN および拡散モデルに併用可能な高速ニューラルボコーダ

©周王子茜^{1,2}, 岡本拓磨², 大谷大和², サクティサクリアニ^{1,2}, 河井恒²
(¹奈良先端科学技術大学院大学, ²情報通信研究機構)

提案手法: WaveNetx 2

- GAN と拡散モデルの両方に対応する統一生成器フレームワーク
 - WaveNetx 2 に基づく残差デノイズとサブモデリングを提案
 - 両タイプの高速度ボコーダに適用可能な初のフレームワーク



実験結果:

- GAN-WaveNetx 2: HiFi-GAN や WaveFit と同等の合成品質を維持しつつ、推論速度を大幅に向上
- Diff-WaveNetx 2: 4 ステップの FastDiff に対し、高品質かつ高速な生成を実現

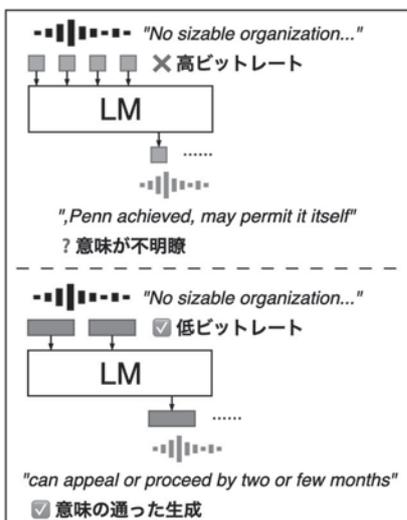
2-1-3

2-1-3 どのような音声離散表現が音声の再合成と継続に適するか?

Which Types of Discrete Speech Representations are Suitable for Speech Resynthesis and Continuation?

☆神藤駿介(東大), 高道慎之介(慶大/東大), 宮尾祐介(東大)

- ◆ GSLM (音声資源のみで構築される言語モデル) を 64 種類の音声離散表現で学習 → 音声再合成・継続の性能を比較
- ◆ 低いビットレートにおいて十分な音質を維持・自然かつ多様な内容の生成が可能



2-1-2

2-1-2 メルケプストラム合成フィルタを用いた周期・非周期分離型ニューラルボコーダ

Neural vocoder embedding a mel-cepstrum synthesis filter with a structure separating periodic and aperiodic components

☆今村優太, 法野行哉, 吉村建慶, 橋本佳, 南角吉彦, 徳田恵一(名工大)

- ◆ 非線形フィルタを用いた音声合成モデル
 - 高音質な音声合成が可能だが、従来の線形フィルタの利点であった声質や音高の制御が難しくなった。
- ◆ 提案手法
 - メルスペクトログラムからニューラルネットワークを用いて周期・非周期のメルケプストラムを出力することで、声質や音高が制御可能で、高音質な音声を合成することを目指す。
- ◆ 結果
 - 品質を大きく損なうことなく、制御性の向上と計算量の削減を実現した。

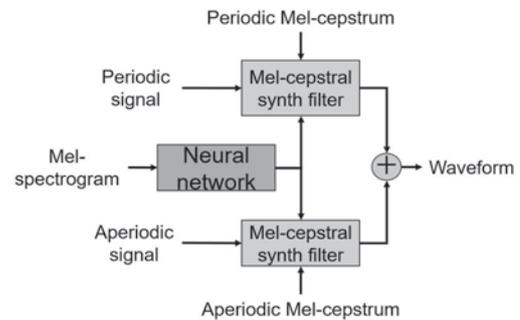


Fig.1: Structure of the proposed model

2-1-4

2-1-4 BitTTS: 1.58-bit 量子化と重みインデキシングによる軽量なテキスト音声合成

BitTTS: Lightweight Text-to-Speech with 1.58-bit Quantization and Weight Indexing

©川村真也, 蓮実拓也, 白旗悠真, 山本龍一(LINE ヤフー)

- ◆ テキスト音声合成のモデル軽量化と高品質な音声合成の両立は、オンデバイスへの応用において重要な課題である。
- ◆ 本研究では、重みを-1, 0, 1 の3値で表す 1.58-bit 量子化と量子化重みの組み合わせを 1 つの 8-bit 整数で保存する重みインデキシングを組み合わせた BitTTS を提案する。
- ◆ BitTTS は最大 83% のモデルサイズ削減を達成し、同等サイズの 32-bit モデルよりも高い合成音声の品質を実現した。
- ◆ また、ボコーダを量子化の対象としないことで品質を大幅に向上させつつ、その場合でも 70% モデルサイズを削減した。

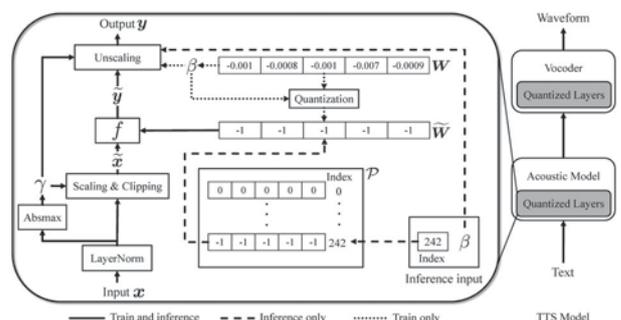


Fig.1: Overview of BitTTS.

2-1-5

BigGSE: 自己教師ありモデル 特徴量空間での Flow Matching に基づく 生成的音声強調

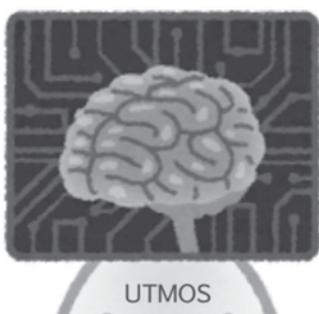
BigGSE: Generative Speech Enhancement based on Flow Matching in Self-Supervised Model Feature Space

◎中田 亘, 山内 一輝, 関 健太郎, 齋藤 佑樹, 猿渡 洋 (東大)
中村 友彦, 坂東 宜昭, 深山 寛 (産総研)

2-1-5

人気のURGENT Challenge
MOS評価で1位

音声を聞いた人は



UTMOS

BigGSEの

(BigGSEは) レベルの高い合格点を
超える音声 オールウェイズ出してくれる

2-1-7

2-1-7 音声言語モデルにおける in-context learning に基づくパーソナライズド音声感情認識

Personalization via In-Context Learning for Speech Emotion Recognition based on Speech-Language Model

◎庵 愛, 山根 大河, 河田 尚孝, 牧島 直輝, 田中 智大, 鈴木 聡志,
折橋 翔太, 増村 亮(NTT)

- ◆本稿では、少数の感情発話とそのラベルの組をモデルに条件づけることによる音声感情認識のパーソナライゼーション手法を提案する。
 - 従来、音声感情認識を未知話者にパーソナライズするために、事前に録音された同一話者の登録発話を手掛かりとして用いる手法が提案されていたが、これらの手法では推論時に学習時に使用したのと同様の感情を表す登録発話が必要であった。
 - 提案手法では、大規模言語モデルにおける in-context learning を音声言語モデルに応用することで、任意の数、感情の種類における登録発話を用いて未知話者にパーソナライズした音声感情認識を実行する。

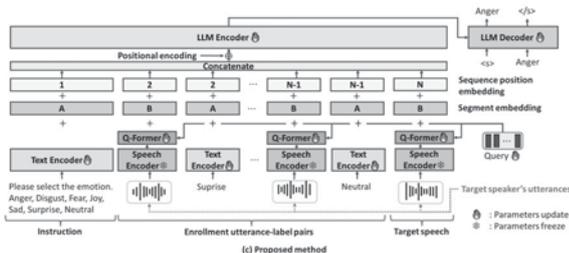


Fig.1: Overview of proposed method for speech emotion recognition.

2-1-6

2-1-6 CLAP に基づくゼロショット音声感情認識を 用いた購買意欲推定

Purchase intention estimation
using CLAP-based zero-shot speech emotion recognition.

◎永瀬 亮太郎(日立/立命館大),
住吉貴志, 山下夏生, 土肥宏太, 川口洋平(日立)

◆ゼロショット音声感情認識の研究

- 事前に定義されていない未知感情を推論可能な技術
 - ✓ テキストで表現される未知感情への分類は困難
- 推論段階でクラスを自由に定義できる枠組みが必要

◆CLAPに基づくゼロショット音声感情認識を用いた購買意欲推定

- 感情軸毎の分類を同時学習する CLAP
 - ✓ 二極性の感情クラスをテキストで自由に定義
 - ✓ 購買意欲などの感情関連クラスへのゼロショット認識を期待

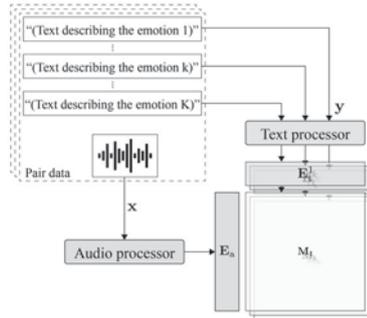


Fig.1: Outline of the proposed method

◆提案手法と言い換えによるデータ拡張の併用で、教師あり学習モデル と同程度の精度でゼロショットな購買意欲推定を実現

2-1-8

2-1-8 専門用語を含む音声に対する、合成データ と音韻を活用した LLM ベース音声認識誤り 訂正

LLM-based Generative Error Correction for Rare Words with Synthetic Data and Phonetic Context

◎山下夏生, 山本正明, 小窪浩明, 川口洋平(日立製作所)

- ◆声認識の生成的誤り訂正 (Generative Error Correction, GER) は、大規模言語モデル (Large Language Models, LLM) を用いた音声認識の性能向上を目的とした効果的な後処理手法として注目されている。
- ◆しかし、学習データが限定されているため、希少語や特定分野に特化した単語の処理が依然として難しい。
- ◆また、既存の LLM ベースの GER 手法は主にテキスト情報に依存しており、音韻的な手がかりを考慮しないために過剰訂正を引き起こす。
- ◆本研究では、専門用語などの専門用語を対象とし、音韻情報を組み込んだ新しい LLM ベースの GER 手法を提案する。

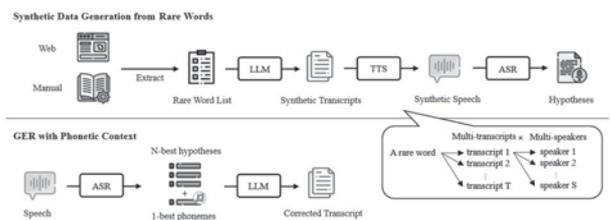


Fig. 1 Overview of the proposed methods of synthetic data generation from rare words and GER with phonetic context.

2-1-9

2-1-9 RAG-Boost: Retrieval-Augmented Generation Enhanced Speech Recognition in LLM-based Spoken Dialogue Systems

☆Pengcheng Wang, Sheng Li, Takahiro Shinozaki (Institute of Science Tokyo)

- ◆ Current large language model (LLM) based automatic speech recognition (ASR) systems have shown impressive accuracy. To further improve performance, some studies have introduced RAG. Traditional methods apply post-correction strategies after initial ASR. However, issues such as hallucinations and lack of context decrease the performance.
- ◆ In this work, we propose a RAG-Boost framework with Pre-RAG mechanism and multi-scale retriever (Fig. 1). It allows RAG to operate prior to LLM and prevents error propagation, especially under noisy conditions. We directly retrieve from speech at two scales, capturing both global and fine-grained semantic information. Finally, we aggregate the results to fully exploit the capabilities of the system.

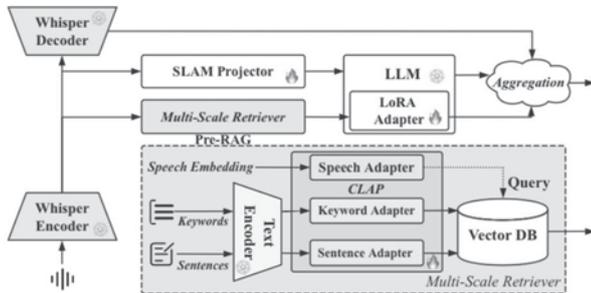


Fig 1. Overview of our proposed RAG-Boost ASR framework.

2-1-11

2-1-11 音声言語処理のための基盤モデルの効率的な学習方法と拡張方法

Tips of effective fine-tuning and system integration for foundation models in spoken language processing

©叶高朋 (NTT, inc.)

- ◆ 大規模な基盤モデルを用いた適応学習は高い性能を実現しているが、学習の難易度が高いことが知られている。
- ◆ 大規模基盤モデルを目的タスクに適応させる際に特に重要となるのは、事前学習で獲得された知識への悪影響を最小限に抑えることである
- ◆ 本稿では、基盤モデルを活用して目的タスクへの適応学習を行う際に留意すべき点について、以下の三点に焦点を当てて解説する。
 - 1) 学習手法の設計
 - 2) データ選択の工夫
 - 3) 大規模言語モデルとの統合による機能拡張法
- ◆ 限られた GPU 数、データ資源、時間の中で基盤モデルの性能を効率よく伸ばすための手法や
- ◆ 音声基盤モデル Whisper を用いた研究から、大規模言語モデルを音声入力に対応させる研究まで、音声言語処理分野の研究事例を横断的に紹介する。

2-1-10

2-1-10 日本語音声対話モデルの構築における現状と課題

Recent Advances and Challenges in Japanese Spoken Dialogue Models

○東中竜一郎 (名古屋大学/NII LLMC)

- ◆ 音声対話モデルの研究が活発だが、「J-Moshi」など既存モデルの性能は不十分で、人間レベルの音声対話実現には高いハードルがある。
- ◆ この課題解決のため、LLM-jp プロジェクトで対話ワーキンググループを立ち上げた。本ワーキンググループでは、音声対話モデルのデータ構築、学習、評価にかかる手法を体系的に確立し、制約の少ないライセンスでの日本語音声対話モデルの公開を目指している。
- ◆ 以下の3つのサブグループに分かれて活動している。
 - 音声言語モデル
 - ◇ J-Moshi の改善, LLM-jp モデルの活用, 複数のアーキテクチャによる検証を通じて、対話に必要な要素のモデリングと効率的な学習方式の確立を目指している。
 - 音声言語データ構築
 - ◇ J-Moshi が利用する7万時間のデータを大幅に拡充し、2025年度中に1000時間の日本語音声対話コーパスと100万時間のウェブベース音声対話コーパスの構築を目指している。
 - 日本語 ToM (Theory of Mind) ベンチマーク
 - ◇ 対話モデルの心的状態の認識能力を測定するため、英語ベンチマークの機械翻訳と日本語独自のベンチマーク構築の両面から日本語 ToM ベンチマークの開発に取り組んでいる。
- ◆ LLM-jp はオープンな営みであるため、対話ワーキンググループの取組みに協力いただける方を広く募集している。

2-1-12

2-1-12 自然言語処理屋が大規模言語モデルベースの音声言語モデルをいじってみて得た知見

Insights Gained from a NLP'er's Exploration of LLM-Based Speech Language Models

○水本智也 (SB Intuitions 株式会社)

- ◆ 大規模言語モデル (LLM) の研究開発が盛んに行われ、さまざまな自然言語処理のタスクに応用され、高い性能を達成している
- ◆ LLM の応用先は言語処理だけでなくとまらず、マルチモーダル、すなわち音声や画像、さらには動画など多岐にわたる
- ◆ マルチモーダルなモデルをいかに構築するかは明らかになっていない部分が多い
- ◆ 本発表では、著者がこれまで行ってきた LLM ベースの音声言語モデル (SLM) を構築するために実験し、得られた知見について報告する
- ◆ 主に以下の二つの実験とその結果を紹介する
 - LLM の元の性能が SLM の性能にどの程度影響するのか
 - ◇ 講演では、方言に対する能力についても紹介する
 - SLM を構築する際に人工的に作られた合成データが使われることが多いが、それによる悪影響はないのか

2-3-1

2-3-1 音響イベント定位のための物理モデルに基づく事前知識を活用した音源距離推定

Sound Source Distance Estimation Utilizing Physics-informed Prior for Sound Event Localization and Detection

◎佐藤菜緒, 安田昌弘, 齊藤翔一郎, 原田登 (NTT)

【目的】

- 音響イベント定位(SELD)のための物理モデルに基づく事前知識(PIP)を活用した距離推定手法のさらなる性能検証

【PIPを活用した距離推定】

- 音の距離減衰を表す物理モデルと、クラスごとの音源のパワーレベルの2つのPIPをデータ駆動型 SELD に取り入れたハイブリッド型手法

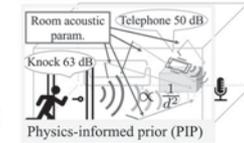


Fig.1: Conceptual diagram of PIP for distance estimation of SELD

【実験と結果】

- シミュレーションデータにより事前学習された3種のモデルのファインチューニングを行い、実データに対する性能を検証
- SELDにおける距離推定にPIPを導入することで、過学習が抑制され実環境への適用性が向上する可能性が示唆された

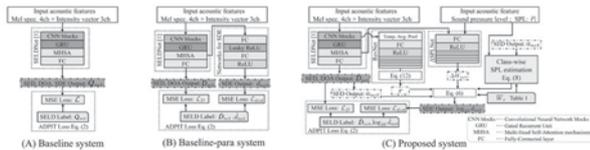


Fig.2: Network architectures of the proposed system and the two baseline systems

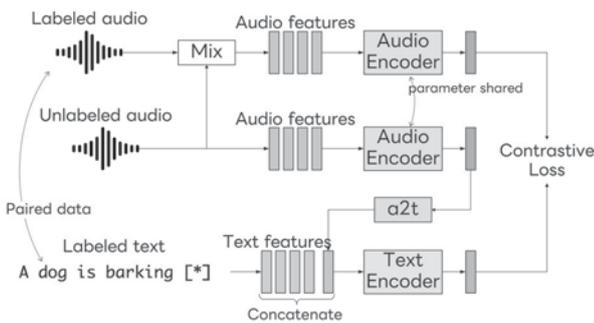
2-3-3

2-3-3 音響情報に基づいた疑似言語特徴量による半教師あり音響言語対照学習

Semi-Supervised Audio-Text Contrastive Learning using Pseudo-Text Feature

◎小松 達也, 宗像 北斗, 石川 裕地 (LINE ヤフー)

- ◆ 音響-言語の対象学習において、注釈文が付されていない音響信号を対照学習の枠組みに取り込み、半教師ありで対象学習を行う手法を提案する。
- ◆ 提案手法では、未注釈音響から推定された疑似言語情報を活用することで、注釈文が存在しない状況においても、従来の対照学習の枠組みの中で有効に学習を行うことができる。
- ◆ 注釈付き音響信号に限られる状況でも高精度な音響-言語対応を実現できることを実験的に確認した。



2-3-2

2-3-2 コンロ設置のコンタクトマイクを用いた唐揚げ調理音からの調理状況推定

Cooking State Estimation of Fried Chicken from Deep-Frying Sounds Using Stovetop-Mounted Contact Microphone

☆小西彩加, △周鏞(京産大院), 瀬川典久, 平井重行(京産大), 曾我浩二, 佐藤裕康, 伊藤貴士(リンナイ株式会社)

- ◆ 揚げ物調理において、揚げ物の仕上がりが具合を示す指標を食材内部温度とし、調理音からその温度推定する手法の確立を研究目的とする。
- ◆ コンロ上面に設置したコンタクトマイクを用い、調理鍋から五徳を介してコンロ上面に伝わる微小な調理音(固体振動)を32bit-Floatで録音することで、SNR良好に調理音が収録できることを確認した。
- ◆ スペクトル積算値から食材内部温度を推定する数式を立式した。そして、鶏の唐揚げを複数回調理し、計測した食材内部温度と調理音を元にして温度推定するモデル構築を試みた。
- ◆ 実際の調理音から食材内部温度推定の精度を検証したところ、同時に揚げる食材個数によって推定精度に違いが出た。

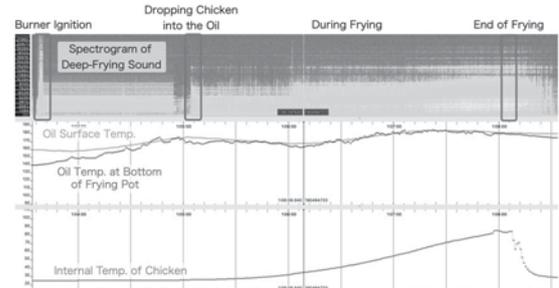


Fig.1: Spectrogram of Deep-Frying Sound and Internal Temp. of Chicken

2-3-4

2-3-4 光ファイバセンシングのための近傍法を用いた音響イベント分類

Nearest-neighbor-based sound event classification for distributed fiber-optic sensing

◎砺波 紀之(NEC), 河野 航(NEC 北米研), 美島 咲子, 荒井 友督, 近藤 玲史, 樋野 智之(NEC)

- ◆ 本研究では、光ファイバセンシング (DFOS) における音響イベント分類に向けた「データ同化」の利用手法を提案する。
- ◆ DFOS では、光ファイバケーブルの敷設位置やセンサの特性から空間的異質性を含む観測信号が取得でき、推論データの属するドメインが多岐にわたる。
- ◆ すなわち、学習データと推論データのドメインギャップがある分布外 (OOD) 問題を常に抱える。
- ◆ 本研究では、シミュレーターを用いるデータ同化を利用することで、学習ベース手法が抱える OOD 問題を緩和し、分類性能向上を目指す。
- ◆ さらに、データ同化の枠組みに基づき、観測信号の物理パラメータを推定する副次的効果を提供する。

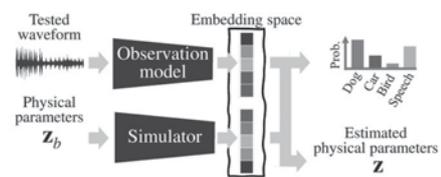


Fig.1: Concept of proposed sound event classification with data assimilation

2-3-5

2-3-5 背景音に頑健な few-shot 音響イベント検出の開発

Background sound robust few-shot sound event detection

○龍嶋 岳彦, 早川 大智(東芝・総合研究所)

- ◆Few-shot 音響イベント検出において、例示データの特徴ベクトルに含まれる背景音の影響を抑圧することで、背景音に頑健な検出を実現する手法を提案する。
- ◆例示データから抽出した対象音響イベントのプロトタイプ特徴量を、背景音の影響を抑圧する部分空間に射影してからテストデータ特徴量との類似度を算出する。そのため部分空間として、背景音の確率分布モデルの平均ベクトルに直交する空間を用いる。例示データとテストデータを用いて学習した確率分布モデルのすべての平均ベクトルから、主に背景音成分をモデル化する平均ベクトルのサブセットを選択して背景音モデルとする。サブセットの選択は、例示データに対する類似度スコアとラベルの相関に基づいて探索する。
- ◆DCASE2024 Task5 のデータを用いた評価の結果、射影を行わないベースライン手法と比較して提案手法の精度が改善した。

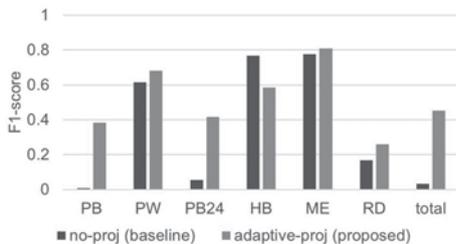


Fig.1: Evaluation results (DCASE 2024 Task5 Validation set)

2-3-7

2-3-7 2次系再推定後も高い騒音低減効果を確認するための対策

A Measures for ensuring high noise reduction effect also after re-estimation of secondary path

○藤井健作(コダウエイ研), 菅木禎史(千葉工大)

Filtered-x least mean square (LMS)法を適用したシステムの発散防止に、2次系の推定を所要の誤差で完了させる方法の常時実行、騒音制御フィルタの係数更新にステップサイズ制御適用ブロック実行型の採用が有効である。また、騒音制御フィルタの収束時間の短縮法として前記ステップサイズ制御に適用される所要値の段階的な調整が有効である。本報告では、2次系の変化が騒音制御フィルタのタップ数を増加させる場合には、騒音低減効果が変化前の状態まで回復しないことを示す。また、2次系の構造設計を直接音が大きくなるように行えば、タップ数不足の影響を軽減できることを示す。更に、補助フィルタのパワー利得の推移を利用することで、2次系変化への追従を早められることを示す。

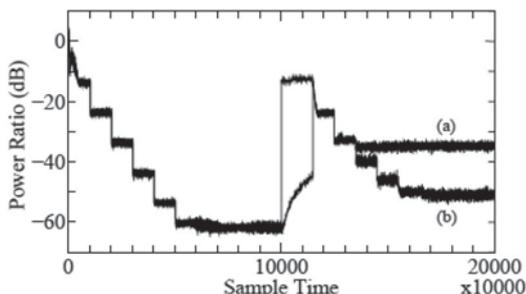


Fig. 1 Noise Reduction Effect (a) and Power Gain of Auxiliary Filter (b)

2-3-6

2-3-6 天井開放型個人ワークブースに向けた能動騒音制御技術の適用検討

Applied study of active noise control system for roof-less work booth

○大戸康平, △大西昭平(日東電工)

- ◆天井だけが開放された個人ワークブースにおいて、天井開口部から流入する騒音をブース利用者の耳元で低減する騒音能動騒音制御技術(ANC)の適用検討を行った。検討は無響室ではなくブース外部の反射音を有する実使用を想定した音環境において行った。
- ◆騒音の直接音だけでなく、ブース外部の壁面からの反射音に対しても騒音制御フィルタを形成し制御音を生成するために、複数の参照マイクロホンを利用したフィードフォワード型ANCを用いて制御した。
- ◆その結果、参照マイクロホンを単数で制御したときよりも、制御可能な周波数帯域が650Hzから1500Hzまで拡張し、さらに騒音低減効果も6~10dB改善することが実測によって確認することができた。
- ◆今後は、複数の騒音源に対する騒音低減効果の改善や、移動する騒音源にも有効な制御方法について検討を行う。

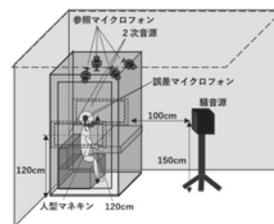


図1 システム配置図

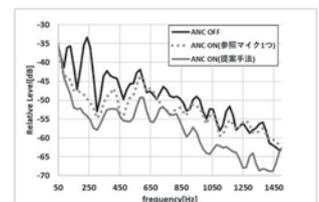


図2 提案手法による騒音低減効果

2-3-8

2-3-8 音響吸引ピンセットの設計とデザイン:音の力でモノを引き寄せるガジェット

Design and Development of an Acoustic Suction Tweezer – A Gadget That Draws Objects Using Acoustic Power

○大久保 寛, 米田 翔哉, 横山 裕正, 草野 翼(都立大)

- ◆超音波による非接触マニピュレーション技術については、近年の情報通信技術の発展により、超音波トランスデューサのアレイ化、最適化処理や高精細な数値解析手法の導入、さらには3Dプリンタの汎用化が進み、「新しい音響ガジェット」の提案という観点でも新たなフェーズを迎えている。
- ◆本研究では、音響放射力特性を利用して対象物を空中で捕捉・吸引可能な「音響吸引ピンセット」の設計と実装を行った。本デバイスは音響集束キャップを備えた簡素な構造で構成されており、従来の多振動子型音響ピンセットと比較して小型かつ低消費電力での動作を実現する。
- ◆図1に音響吸引ピンセットの基本デザイン、キャップの設計、実験結果を示す。音響吸引ピンセットによって、ステージ上の物体が捕捉できていることがわかる。

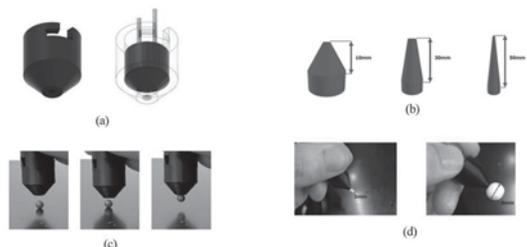


Fig.1:Acoustic suction tweezers: (a) basic design, (b) cap design, and (c, d) experimental results

2-3-9

2-3-9 複素シャノンスーパーレットを用いた 時間周波数解析における分解能の検討

Study on the resolution in time-frequency analysis using complex Shannon wavelet

☆菅沼大輝(広島市立大), △藤ノ木健介(神奈川大・工),
石光俊介(広島市立大)

- ◆時間周波数解析には不確定性関係として知られるように、時間分解能と周波数分解能にトレードオフの関係があり、際限なく両者を向上させることはできない。
- ◆近年、見かけ上不確定性原理を超えるような超分解能を得る手法として、スーパーレット変換と呼ばれる手法が開発されている。
- ◆スーパーレット変換は連続ウェーブレット変換の幾何平均をとることで求められ、アナライジングウェーブレットとして、複素モルレーウェーブレットを用いている。
- ◆本研究ではアナライジングウェーブレットとして、複素シャノンウェーブレットを用いて高周波領域の分解能のさらなる向上を試みた。

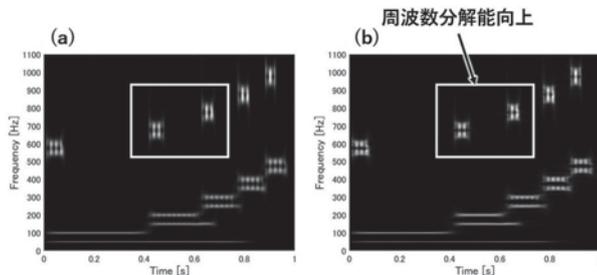


Fig. 1: Comparison of scalograms. (a) Superlet transform with complex Morlet wavelet. (b) Superlet transform with complex Shannon wavelet.

2-4-1

2-4-1 歌声研究の方法と課題

Approaches and current issues of singing voice research

○榊原 健一(北海道医療大)

- ◆歌声の科学的研究は19世紀に始まり、現在では生理学、音響物理学、AIによる合成、知覚など多様な方法を用いて研究されている。
- ◆研究対象は伝統的なオペラ歌唱から、ポップス、民族音楽に見られる超絶技巧、エクストリーム・ポーカー(シャウト、グロウル等)へと大きく拡大している。
- ◆研究手法は、ハイスピード撮像やMRIによる生理学的観察、VRP(声域プロファイル)などを用いた音響分析、AIによる歌声合成、知覚・感覚運動研究まで多様な方法が用いられている。
- ◆研究対象となる「歌声」や「歌唱スタイル」の定義自体が曖昧であり、用語の混用が研究の客観性を損なう危険性が指摘される。
- ◆様々な分析手法が確立される一方、少ないサンプル数や歌唱への理解不足による安易な一般化は、依然として歌声研究が抱える恒常的な課題である。
- ◆今後の発展のためには、分野横断的な知見に基づいた、歌唱法を正しく理解した上での科学的アプローチが不可欠となる。

2-3-10

2-3-10 複素スペクトログラムの時間・周波数偏導関数の 零点を用いた正弦波成分の推定

Estimation of sinusoidal components using zeros of partial time/frequency derivatives of complex spectrograms

☆丸林諒, 赤石夏輝, 矢田部浩平(農工大)

背景

- 音響信号分析において正弦波成分の推定は重要
- ピークの情報是有用であると考えられるが、それのみでは正弦波成分の判別は難しい

提案

- 複素スペクトログラムの時間・周波数偏導関数の零点の情報を利用
 - 正弦波なら各零点とピークが一致
 - 非正弦波なら各零点とピークが離れる



- 零点とピーク位置関係から正弦波度合いを推定

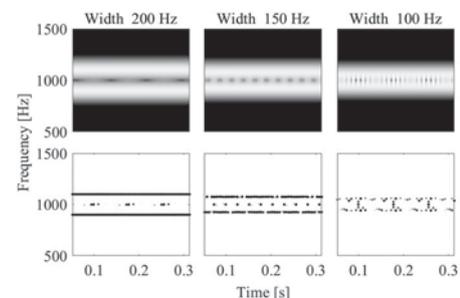


Fig. 1 Spectrograms of two sinusoidal signals (top) and estimated sinusoidal components by the proposed method (bottom).

2-4-2

2-4-2 歌声の知覚過程上での特異性 —本当に特別なのか?—

Perceptual features specific to singing voices: Are they really special?

○津崎 実

- ◆歌声の知覚研究というもの学術的にはありえない。
- ◆音声と音楽の知覚モードの違いと、その脳内処理の領域の違いに関する研究は相当数存在する。
- ◆歌声は音声でもあり音楽でもありえ、両方の側面を持つ特別さはあるが、知覚実験対象の刺激としてはそれゆえに統制の取れていない刺激となってしまう。
- ◆音楽と音声について言えば、それぞれ異なる時定数での処理が要求され、そのために左右の大脳半球間での棲み分けがされていると間がられる。これについては、さらなる探求の必要がある。
- ◆特に時定数の違いについては、聴覚末梢での周波数域による違いと左右半球間差の対応については未解明な部分が残っている。
- ◆歌声は、ヒトが他の道具を必要とせずに生成できる唯一のものであり、音声生成制御への聴覚フィードバックの研究をする上でのキーストーンとなり得る。

2-4-3

2-4-3 発声過程に着目した謡曲の聴覚的魅力の分析

Analysis of auditory aesthetics of Noh chanting with a focus on vocal mechanism

○木谷俊介(北陸先端大)

- ◆スペクトル・時間変調 (Spectro-Temporal Modulation; STM) 情報を用いて、謡曲の聴覚的魅力について検討した。
- ◆スペクトル変調は、ケプストラムに近い指標であるため、音声の発声過程を考慮することができる。
- ◆謡曲のSTM情報と聴取実験による心理スケールを部分的最小二乗回帰 (Partial Least Squares regression; PLS) 分析した。
- ◆その結果、声帯由来と考えられるSTM情報が、謡曲の聴覚的魅力に寄与していることが示唆された。
- ◆STM情報を用いる音声研究の手法は、音声の生成過程と聴覚メカニズムを対応づけて検討できる可能性がある。

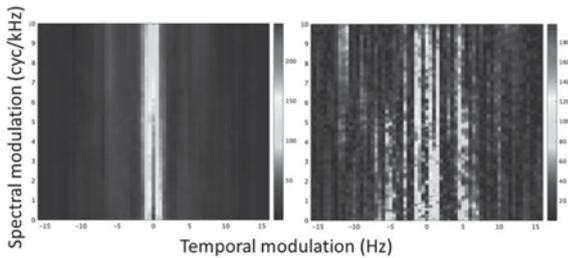


Figure 1 Auditory aesthetics scale for Noh chanting and highly relevant STM information. Red color is indicated to be highly relevant to the auditory aesthetics.

2-4-5

2-4-5 ボイストレーナー1名による喉頭位置と声帯の厚さを独立に変えた歌声の喉頭MRI分析

Laryngeal MRI Analysis of Singing Voice with Independently Varied Larynx Height and Vocal Fold Thickness by a Single Voice Trainer

○高野佐代子、長塚全、土田義郎

(金沢工大, Zen Voice Factory, 金沢工大)

Sayoko TAKANO, Zen NAGATSUKA and Yoshio TSUCHIDA

- ◆歌声には様々な歌唱法があり、芸術的で感覚的なものと考えられているが、Jo Estillによると、喉頭の上下位置と声帯の厚みは音程と独立させて制御でき、これらの考え方が体系化されている。
- ◆本研究では上記の考え方にに基づき、喉頭の位置および声帯の厚みを独立して調整したうえで発声し、磁気共鳴画像(Magnetic Resonance Imaging: MRI)により喉頭軟骨の移動を可視化・計測した。
- ◆喉頭の前方向に着目すると、声帯が薄くなると (thick-thin-stiff)、甲状軟骨および輪状軟骨の後方への移動が観察された。

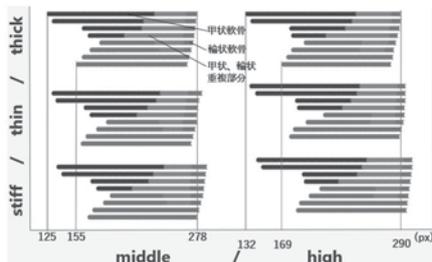


Figure 1. Changes in horizontal position of the larynx

2-4-4

2-4-4 生物に学ぶ歌声の科学

Science of Singing Voice Learned from Animals

○徳田功(立命館)

- ◆ ヒトの歌声と動物の発声メカニズムの共通点について、3つの具体例を紹介する。
- ◆ テナガザルは、ヒトのソプラノ歌手が用いるフォルマントチューニングと同様の技法を用いて、大きく澄んだ朗々とした「ソング」と言われる独特の音声を作り出している。
- ◆ アカゲザルは、喉歌の要領で声帯-仮声帯発声を行っている。喉を狭めることで仮声帯を内転させ、声帯に加えて仮声帯を同時に振動させることで、低音を作り出す。
- ◆ 新世界ザルは、ピッチが非連続的に大きく上下する「ヨーデル」様の発声を行う。声帯振動と声帯膜振動の二つの声区(振動モード)の間の遷移により、ヨーデル発声を行っている可能性がある。

2-4-6

2-4-6 オペラ歌唱における頸椎後弯を用いた音高調節機構の検討

Examination of the pitch control mechanism utilizing posterior cervical curvature in opera singing

◎戸田菜月、竹本浩典(千葉工大)、高橋純(大阪芸大)

- ◆オペラ歌唱における体内運動について研究してきた過程で、音高の上昇にともなって頸椎が後弯することが明らかとなった。
- ◆頸椎の後弯を利用して音高を調節するメカニズムの存在が考えられたが、fMRIでは喉頭軟骨の動きを計測できなかった。
- ◆本研究では、喉頭軟骨のコントラストが高い静止画の撮像法を試験的に導入し、1名のオペラ歌手が指定された音高で発声中の喉頭軟骨を撮像して、音高上昇に伴う喉頭軟骨、舌骨、頸椎の輪郭をFig. 1で示すように抽出し、予備的に分析を行った。
- ◆結果、Fig. 2で示すように音高を変化させる主要因は輪状軟骨に対して舌骨と甲状軟骨の前下方への変位であり、頸椎の後弯は頭頸部の姿勢を保持するための代償的な運動ではないかという推察が得られた。

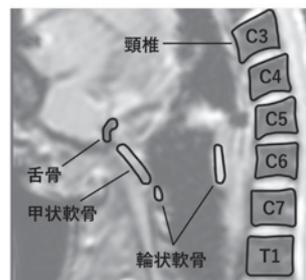


Fig. 1: MRI 画像から抽出した各部位の輪郭

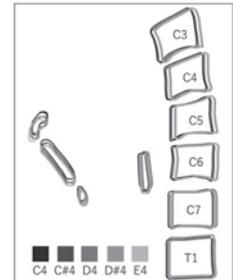


Fig. 2: 輪郭抽出結果

2-4-7

2-4-7 「歌う雑音」:多層動的バンドノイズ音声と音楽コミュニケーション

"Singing Noise": Multi-layered dynamic band-noise speech and Musical Communication.
○内田照久(大学入試センター・研究開発部)

- 目的** 音のピッチ知覚の研究で利用できる実験用音声の生成。調波構造状のスペクトルを備えた多層動的バンドノイズ音声:「歌うささやき声」を生成して評価。
 ☆ 歌自体の記憶が旋律の印象を想起させる影響排除のため、原曲の構成を保持した“未知の旋律”を創出して評価
- 方法** 疑似ささやき声の生成法 Phantom Silhouette 方式を拡張。通常の歌声から抽出したスペクトルを元に白色雑音で駆動、さらに低域を抑圧する Phantom Skeleton 方式を適用。
 ☆ 原歌声の f_0 を対数軸上で高低反転した旋律を生成変換
- 結果** 首都圏の国公立大学(12大学)の1年生310名が評価。声種はささやき声と知覚、品質は疑似ささやき声と同等。かつ、メロディを感じる歌声として聞こえると評価。
 ☆ f_0 反転歌声は未知の旋律として認知。
 f_0 反転バンドノイズ音声の評価については要検討。
 ☆ 言語と音楽の両面からのアプローチにも応用可能

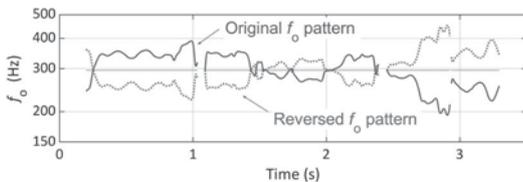


Fig. 1 Example of reversed f_0 pattern from the original singing voice.

2-4-9

2-4-9 声帯下流における狭めの位置と幅が発声に及ぼす影響

Effects of the location and degree of constriction downstream of the vocal folds on phonation
○吉永司(大阪大), ΔZhaoyan Zhang(UCLA)

- ◆これまで、仮声帯や披裂喉頭蓋ひだの狭めが発声に影響を与えることは知られているが、狭めの位置や幅がどの程度発声に影響するのかは明らかでない。
- ◆本研究では、単純化した狭めを有する声道を用いた発声モデルにより、声門を通過したジェット気流がどの程度、声帯振動や発声に影響するのかを明らかにする。
- ◆基本周波数 f_0 や、声門閉口時間率 CQ については、狭窄の幅を変化させてもほとんど影響がなかった一方、仮声帯の狭めが3mmと極端に狭まった場合には、声門の気流抵抗が大きく減少し、声帯での音源強さが増加した。
- ◆狭めの位置を変えても傾向は変わらず、影響の大きさが変化した。狭めが声帯に近いほど影響は強くなり、披裂喉頭蓋の位置では仮声帯の位置での狭めに比べて影響は弱かった。

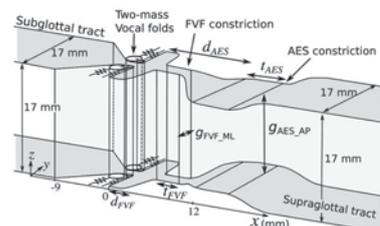


Fig.1: Simplified vocal tract model with a constriction of false vocal folds.

2-4-8

2-4-8 歌唱における母音の発声方法の違いが音素長に与える影響

Effects of vowel articulation differences on phoneme duration in singing voice
☆深澤実紅, 戸田菜月, 竹本浩典(千葉工大), 高橋純(大阪芸大)

- ◆前報では、プロのオペラ歌手と学生が歌唱した武島羽衣作詞・滝廉太郎作曲の「花」の音声进行分析し、プロは学生より発声タイミングが早く、子音で有意に長い部分が多いことなどを明らかにした。
- ◆しかし、歌い方を変えて母音の発声方法を変えたことによる発声タイミングや音素長の変化は明らかでない。
- ◆本報では、プロのオペラ歌手が通常に歌唱した音声(声楽的歌唱)、できるだけ声楽的な技術を使わないで歌唱した音声(非声楽的歌唱)、母音/a/だけで歌唱した音声(母音歌唱)を比較した。
- ◆その結果、母音のみでの歌唱では楽譜通りのタイミングで発声されていたが、非声楽的歌唱は平均39ms、声楽的歌唱では平均61msほど子音が楽譜のタイミングより有意に早く発声されていた。
- ◆声楽的歌唱では、非声楽的歌唱に比べて先行の程度が有意に大きく、発声技術として子音の発声を早めることで、音素全体の持続時間を確保し、明瞭な歌詞伝達を実現している可能性が示唆された。



Fig1.音素長と発声タイミングの比較例:歌い出しの「は」の部分

2-4-10

2-4-10 音声-調音マッピングの逆問題における非一意性の再検討

Revisiting the non-uniqueness in acoustic-to-articulatory inversion
©梶浦一真, 竹本浩典(千葉工大), 平井啓之, 前川喜久雄(国語研)

- ◆1名の話者がATR503文を朗読した際の調音運動をrtMRIで撮像した動画から調音器官の輪郭を、同時に録音した音声から音響特徴量を抽出し、音声から舌形状を一意に推定できるか検討してきた。
- ◆前報では母音に限定して検討した結果、多くの場合で非一意性がみられたが、「同一音声」の定義が限定的であり、音声-調音マッピングを考察するには不十分であった。
- ◆本研究では、知覚的類似性と音響特徴量空間における単峰性を併せ持つフレームの音声を「同一音声」と定義し、一部の子音にも対象を拡張して再検討した。Fig.1は方法を模式的に示したものである。
- ◆その結果、どの音素でも非一意性はみられたが、Table 1に示すように /i/, /u/, /e/, /s/の音素については高い割合で一一意性が確認された。一方、/a/, /o/, /m/は非一意性の傾向が強く見られた。

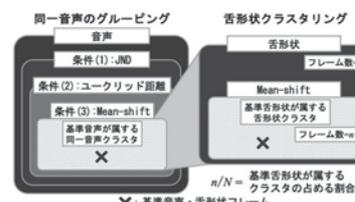


Fig. 1: 同一音声のグルーピングと舌形状のクラスタリング

Table 1: 各音素で基準舌形状の属するクラスが同一音声のクラスに占める割合

音素	同一音声クラス総数	Fig. 1中a/Nの平均値[%]
/a/	2415	77.5
/i/	1015	96.7
/u/	174	96.0
/e/	1128	98.6
/o/	1226	72.2
/m/	75	67.5
/s/	460	98.3

2-4-11

2-4-11 Physics-informed Neural Networks に基づく音声生成解析

Speech production analysis based on physics-informed neural networks
©横田和哉 (長岡技術科学大学)

- ◆近年、機械学習を用いた数値解析手法として Physics-informed Neural Networks (PINNs) に関する研究が進展している。
- ◆PINNs では高周波域の解析精度が低下する問題がある。
- ◆本研究では、時間方向の周期性を強制する入力マッピングを導入し、PINNs を用いた音声生成解析における高周波域の精度を改善した。
- ◆提案したPINNs は/a/の4次までのフォルマントを含む周波数範囲で、母音の生成を行うことが可能であった。

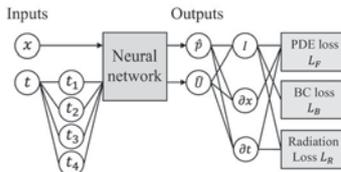


Fig.1: Proposed PINN for speech production analysis.

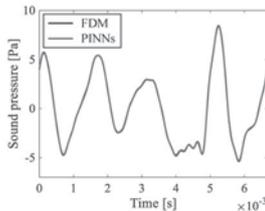


Fig.2: Synthesized vowel /a/ using proposed PINN.

2-4-13

2-4-13 リアルタイム MRI から抽出した声道形状を介したテキスト音声合成

Text-to-speech synthesis via vocal tract shape extracted from real-time MRI
☆新飼遥彩, △安田彩乃, △脇田真子, 竹本浩典(千葉工大),
平井啓之, 前川喜久雄(国語研)

- ◆脇田ら (音講論 (秋), 927-928, 2023; 音講論 (春), 1299-1300, 2024) は言語特徴量から声道形状を予測するモデル①と、声道形状から音響特徴量を予測するモデル②を構築した。しかし、モデル①、②を直列接続した場合 (モデル①+②) で音声合成すると、元音声を再合成した基準音声に比べて音質が大幅に劣化した。
- ◆本研究では、音質を改善するために、モデル①、②を統合した統合モデルで声道形状と音響特徴量を予測し、音声を合成した。
- ◆16名による基準音声に対する DMOS 評価実験では、全ての音響特徴量を予測して合成した音声の評価値は3.31, F0のみ, mgcのみ, capのみ予測値を用いて合成した音声の評価値は順に 3.79, 4.36, 4.83であった。全ての音響特徴量を予測して合成した音声は、直列モデルより統合モデルで音質が有意に高かった。

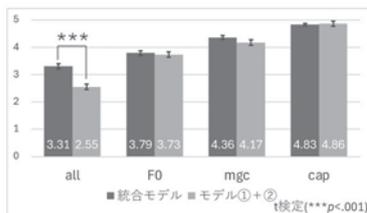


Fig.1: 主観評価の評価値

2-4-12

2-4-12 CUDA を用いた 3 次元音響シミュレーションによる音圧分布の計算

Calculation of sound pressure distribution using 3D acoustic simulator based on CUDA
☆川内萌木登, 竹本浩典(千葉工大), 北村達也(甲南大)

- ◆本稿では、FDTD (2, 4) 法で MPI による高速化を行う従来法と、FDTD (2, 2) 法で GPGPU による高速化を行う提案法で鼻副鼻腔の伝達関数における6つのピークとノッチの周波数で音圧分布の計算を行い、正弦波応答と書き出しを合計した計算時間と精度について比較した。
- ◆計算時間は、従来法では9時間35分17秒だったが提案法では13分43秒までに短縮した (Table 1)。これは FDTD (2, 2) 法の採用や GPU による並列計算が効果的であったと考えられる。しかし、書き出しは従来法と比較して増加しており、GPU メモリから CPU のメインメモリへの転送が要因と考えられる。
- ◆計算精度については、提案法が従来法と比較して振幅が大きくなる傾向があり、浮動小数点の精度や FDTD スキームの違いに起因する音波伝搬特性の差が要因として考えられる。

Table 1: 計算時間

シミュレーション環境	計算ユニット	コア数	メモリ (GB)	伝達関数	正弦波応答	書き出し	同時音圧分布出力 (応答+書き出し)	
従来法	従来環境	Xeon Gold 6254 × 2基	36	754	1h08m16s	9h33m28s	1m49s	9h35m17s
提案法	環境①	RTX 4070Ti SUPER	8,448	16	09m58s	58m37s	53m31s	1h52m08s
	環境②	RTX A4500	7,168	20	16m19s	1h34m36s	3m07s	1h37m43s
	環境③	Tesla V100	5,120	32	04m58s	38m12s	3m47s	41m59s
	環境④	H100 NVL	14,592	94	01m46s	11m40s	3m01s	14m41s
	環境⑤	H100 SXM	16,896	80	01m37s	11m03s	2m40s	13m43s

2-4-14

2-4-14 日本語母語話者のピッチアクセント特徴に基づく学習者音声の評価

~ 聴取者の主観的妥当性の比較
Assessing International Students' Pitch Accent with Pitch Accent Features from Japanese Native Speakers: A Comparison of Listeners' Subjective Evaluations
○勝瀬郁代(近畿大・産業理工), 白勢彩子(東京学芸大)

- ◆先行研究において、日本語母語話者の音声を用いて得られた、ピッチアクセント適切性評価分布を用いて、日本語学習者のピッチアクセント評価が可能かどうかを検証する。
- ◆日本語学習者音声と同じ潜在変数を持つ (つまり、同じピッチアクセントの特徴を持つ) F0 を有する母語話者音声を作成。
- ◆日本語母語話者による、学習者音声と母語話者音声のピッチパターンの適切性の評価値の比較を行った。

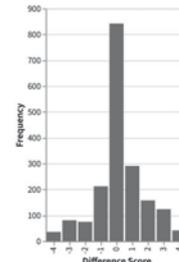


Fig.1: Distribution of differences in pitch accent adequacy ratings for native and learner speech with the same pitch accent properties

- ◆25%の被験者は母語話者よりも学習者音声を若干低めに評価していたが、明瞭度の違いが評価に影響した可能性がある。
- ◆評価値のずれが±1以下である割合が約72.3%と高いことから、母語話者の評価分布を使って留学生音声を評価できるといえる。

2-5-1

2-5-1 エlementフリーガラーキン法による室内音響数値解析

—その1 室内音響分野への適用可能性の検討—
 Application of the Element-Free Galerkin Method to Room Acoustic Simulation
 - Part 1: A Study on the Applicability to Room Acoustics -
 ☆佐々岡潤, 川井敬二(熊本大)

- ◆有限要素法や時間領域有限差分法といった従来の室内音響数値解析手法は、複雑な形状を有する空間への適用において、要素分割の品質低下や階段近似による精度悪化などの課題を抱えている。本研究では、これらの課題を克服する新たな手法として、メッシュフリー解析法の一つであるエレメントフリーガラーキン法 (EFGM)の室内音響分野への適用可能性を検討する。EFGMは、解析空間を要素やセルに分割することなく、移動最小二乗法に基づき形状関数を算出して計算を行う特徴を持つ。これにより、空間形状への柔軟な対応や計算精度の向上が期待される。
- ◆EFGMの室内音響数値解析への適用可能性を検証するために、1辺が1mの立方体空間を対象として音圧を算出し、解析解との比較を行った。その結果をFig. 1に示す。1500 Hz程度までの範囲で、EFGMによる計算結果が解析解とよく一致することが確認された。

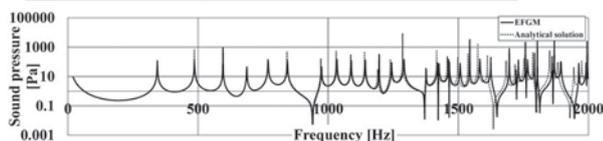


Fig. 1 EFGM and Analytical solution results

2-5-3

2-5-3

Perfectly matched layerにおける減衰係数の最適化

Optimization of attenuation coefficient in perfectly matched layer

☆ 犬飼朋樹, 矢田部浩平 (農工大)

背景 PMLの減衰係数をシミュレーション条件にあわせて適切に設定することは必ずしも容易ではない

今回 反射波のエネルギーの低減を目的関数として、自動微分に基づく勾配法により減衰係数を最適化する手法を提案する

結果 減衰係数を直接最適化することで、より最適な値を設定できることが示唆された

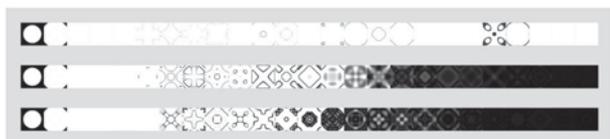


Fig.1 Simulation results:

The first row shows the results using Manual boundaries. The second row shows the results using Parametric boundaries, while the third row shows the results using Full boundaries.

2-5-2

2-5-2 音線法におけるエッジ回折の実装に関する研究

一回折角を決定する確率密度関数と計算精度の関係—
 A study on implementation of edge diffraction in ray-tracing method: Relationship between the diffraction angle probability density function and calculation accuracy
 ☆竹内彰吾(神戸大院・工学研), 佐藤逸人(神戸大院・工学研)

- ◆本稿では音線法シミュレーションに回折現象を考慮する手法を実装し、FDTD法の結果と比較することで、音線法の計算精度を効率的に確保する方法について検討を行った。
- ◆実装はStephensonの提案に従った。具体的には、音粒子とエッジの最短距離dが近いほど大きく回折する確率が高くなるように、音粒子の速度ベクトルを、Diffraction Angle Probability Density Function (DAPDF)に基づいて確率的に変更した。
- ◆ $d > \lambda$ を満たす場合は回折を生じないとする。Stephensonは $N=7$ を推奨しているが、計算負荷の低減を考え、 N をシミュレーションのパラメータとした。
- ◆検討した結果、 N が大きくなるほど誤差は小さくなったが、Stephensonの推奨値よりも小さい $N=2\sim 3$ で誤差は収束した。

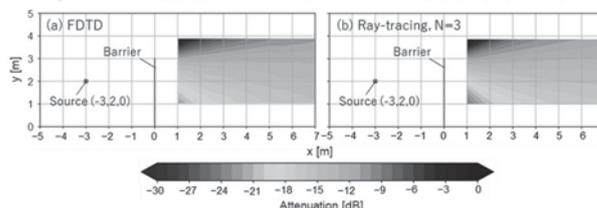


Fig.1: Comparison of diffraction attenuation from the sound source located at (-3, 2, 0) computed by (a) FDTD, and (b) the ray-tracing (N=3).

2-5-4

2-5-4 境界面を含む領域における入射指向性解析の基礎的検討

Basic study on the incidence directivity analysis in a domain including boundary surfaces

◎萩原諒, 佐久間哲哉(東大・工)

- ◆既報では、残響室などのモデルを用いて音場中の入射指向性を計算し、拡散性指標の評価などに応用してきた。
- ◆本報では、従来手法の適用が困難であった境界面を含む領域における入射指向性解析について、鏡像法に基づく新たな手法を検討する。
- ◆鏡像音場を用いることによって、対称面上の剛境界による音場への寄与を相殺し、その剛境界がないものとして入射指向性を算出する。
- ◆数値解析では、境界面に対する入射角ごとに指向性をインテンシティで平均化し、入射角依存性を観察する。
- ◆直方体室と不整形室のモデルにおいて、複数の吸音条件で入射指向性の形状を比較し、それらの数値的な傾向を確認した。

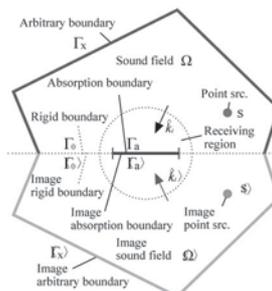


Fig.1: Sound field model using the image method.

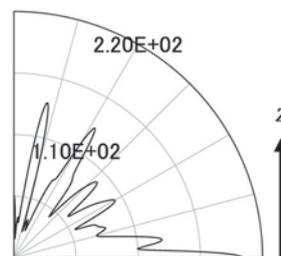


Fig. 2: Incidence directivity $\bar{s}(\theta)$, where θ is the incidence angle.

2-5-5

2-5-5 固体振動解析のための WE-FDTD 法

WE-FDTD method for solid vibration analysis

☆夏山 匠(関西大院・理工学研), 豊田 政弘(関西大・環境都市工)

- ◆FDTD 法は、空気中だけでなく固体音や遮音などの騒音問題の検討にも利用されており、固体振動解析に有用である。
- ◆特に、波動方程式を解く WE-FDTD 法は、扱う物理量が少なく、計算量とメモリの低減が期待される手法である。
- ◆既存の WE-FDTD 法は、音場内に定義される速度スカラ、ベクトルポテンシャルの参照点が同一であったため、特に境界近傍で数値誤差が発生するという問題があった。
- ◆本報では、速度スカラ、ベクトルポテンシャルの参照点を適切にずらすことで、境界付近での数値安定性と精度を向上させた新しい WE-FDTD 法を提案する。
- ◆Fig. 1 に既存の Fig. 2 に提案手法での格子配置を示す。従来手法に比べて空間差分の精度が向上し、物理量の再現性も高くなる。
- ◆ガウシアンパルス加振を与えたときの受振点での粒子速度の時間変化を求め、既存の S-FDTD 法および WE-FDTD 法と比較することで、提案手法の有効性を確認した。

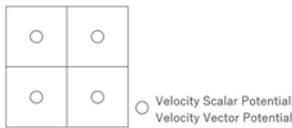


Fig. 1 Collocated grid for the existing WE-FDTD Method

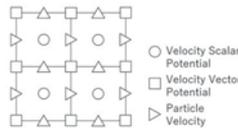


Fig. 2 Staggered grid for the proposed WE-FDTD Method

2-5-7

2-5-7 残響付加システムのモデルベース制御に関する研究—カラーレーション制御手法の検討—

Study on model-based control of reverberation enhancement system - Coloration control method

☆河野光貴(東大・工), 渡辺隆行, 大木大夢(ヤマハ), 佐久間哲哉(東大・工)

- ◆筆者らは、電気音響による残響付加システムの自動調整に向けて、制御用スピーカとマイク間のインパルス応答計測に基づくモデルベース制御の検討を進めている。
- ◆YAMAHA 製 Active Field Control Enhance (AFC) を使用し、既報では AFC 作動時の評価用 RIR のシミュレーションモデルを構築した。
- ◆本報ではシミュレーションモデルを使用し、カラーレーション制御を目標とした EQ 調整手法について検討した。
- ◆Meynial らは、補正 RIR の周波数特性(H_{mw})に対して移動平均によって平滑化を行い(G_{mw})、後者に対する前者の比(H_{mw}/G_{mw})の標準偏差 σ_G を求め、これをカラーレーションに関する指標としている。
- ◆シミュレーションモデルによって AFC 内 EQ を反復調整することで指標値の低下が確認できた。

	Case A	Case B
before adjustment	0.91	0.71
after adjustment	0.72	0.65

Table 1: Coloration index σ_G .

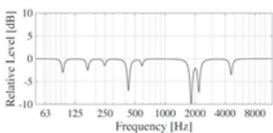


Table 2: Frequency response of EQ (Case A).

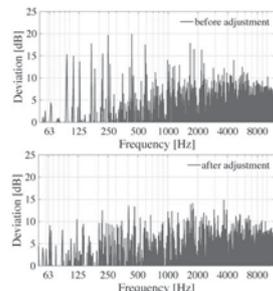


Fig. 1: Variation of H_{mw}/G_{mw} (Case A).

2-5-6

2-5-6 半古典的音線追跡法を用いた不整形音場の解析

Analyze sound field of irregular room by ray-tracing semiclassical method.

○後藤耕輔, 小柳慎一郎, 山田祐生(竹中技研)

- ◆本研究では位相情報を加味した幾何音響解析手法の一つである半古典的音線追跡法の検討を行った。
- ◆残響室を模擬した不整形音場を対象とする数値解析を実施し、周波数領域における計算結果を評価した。
- ◆数値計算によって得られた周波数応答と参照解である有限要素法で得られた周波数応答を比較したところ、音圧レベルの全体的な傾向は類似しているものの、ピークディップの出現位置に相違が見られた。
- ◆比較検討として実施したバックトラッキング法の方が半古典音線追跡法よりも誤差が小さい結果となった。ただし、1 次モードなど低次モードのピーク位置に着目すると、半古典音線追跡法で得られた解の方が参照解との誤差が小さくなるモードも見られることから、誤差の評価方法についてはさらなる検討が必要である。

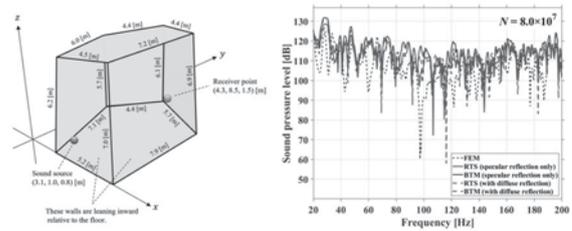


Fig. 1 Arrangement in irregular room (left). Calculated frequency response (right).

2-5-8

2-5-8 簡易バイノーラル可聴化における直接音処理の検討

Examination of direct sound processing in a simple binaural auralization system

○小松大介, 篠原雄一郎, 和田晋一, 松原玄彦, △米倉勲

(TOPPAN ホールディングス), 大林紅音, 齋ハニ, 佐久間哲哉(東大・工)

- ◆既報¹⁾にて室内空間の VR 体験システムへの実装を想定した簡易的なバイノーラル可聴化手法を提案し、聴感実験で直接音の前後定位が難しいことを確認した。
- ◆前後誤判定の要因となりうる仮想音源変換手法について、異なる処理方法の比較検討を行った。
- ◆既報¹⁾で導入した 4 方向分配よりも 3 または 2 方向分配が前後定位が優れ、線形パンニングによる単純な分配で十分であることが確認された。

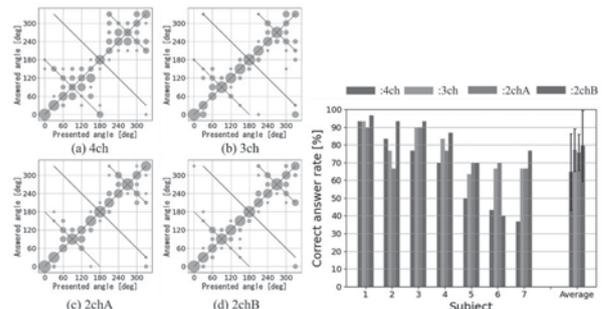


Fig. 1: Responses of experiments

Fig. 2: Correct answer rate of sound localization

[1]小松他, 音講論(春), 533-536, 2025

2-5-9

2-5-9 VR空間の簡易バイノーラル可聴化における反射音の空間補間に関する検討

A study on spatial interpolation of reflected sounds in a VR Space with a simple binaural auralization system

©大林紅音, 兪ハニ, 佐久間哲哉(東大・工),

小松大介, 篠原雄一郎, 松原玄彦(TOPPANホールディングス)

- ◆既報にて提案した動的可聴化システムでは、直接音と反射音を分けて計算しており、反射音については空間補間を行っている。
- ◆反射音の妥当な補間方法を明らかにするため、グリッド間隔を変化させた際の反射音の音量変化について比較検討した。
- ◆反射音RIRの補間による検討では、低音域や補間間隔の大きい条件で補間の影響が大きくなる傾向が見られたほか、補間による位相干渉の影響が確認された。
- ◆音声信号の補間による検討では、補間による音量差は概ね2 dB以内となった。

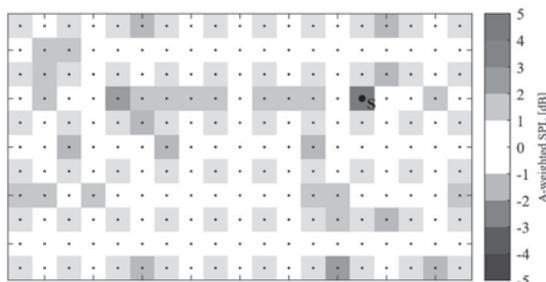


Fig.1: Difference between SPL at 1 m-spacing interpolation and 50 cm spacings.

2-5-11

2-5-11 XR技術を用いたインパルス応答の可視化

Visualization of the impulse response using XR technology.

☆水野詩月, 及川靖広(早大理工), 井上敦登, 寺岡航(早大理工/INSPIREI)

- ◆背景
コンサートホール設計における音響評価では測定後にデータを解析する必要があり、リアルタイムでの可視化に課題が残る。筆者らが開発してきたXR技術を用いた三次元音響インテンシティの可視化システム(Sound Intensity Scanner AR: SISAR)を拡張し、リアルタイムでインパルス応答を可視化する手法を提案する。
- ◆手法
各計測点のインフォメーションパネルにインパルス応答波形と、室内音響指標のうち、RT60, C₈₀, D₅₀, t₅の表示を追加した。
- ◆結果
音響計測においてXR空間上にリアルタイムでインパルス応答と指標が可視化できていることを確認した。各測定点間における空間的な音場特性のばらつきを把握することができた。

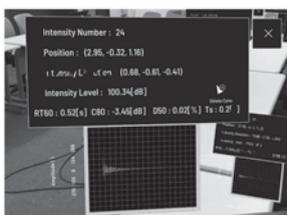


Fig. 1: Information Panel of SISAR



Fig. 2: Measurement results

2-5-10

2-5-10 小規模ホールにおける音響状態の差異知覚と座席間距離の関係

The relationship between perceived differences in acoustic conditions and seating distance in small halls

☆木坂天(舞鶴高専), 徳永泰伸(舞鶴高専), 寺島貴根(三重大)

- ◆本報の目的はインパルス応答を受聴した被験者による音の差異知覚と、音響物理量とその差異に及ぼす影響を明らかにすることである。
- ◆呈示刺激はホール客席部で採取したインパルス応答とし、被験者に差異の知覚について5段階の評価項目から回答を求めた。
- ◆斜め方向を含むホール客席部の前後方向における比較では差異の知覚は音量感に依存しているが、音量変化の少ない横方向の比較では、明瞭性や残響音の状態を手がかりとしている可能性が示された。

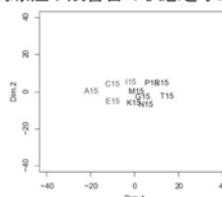


Fig. 1 Result of MDS (depth)

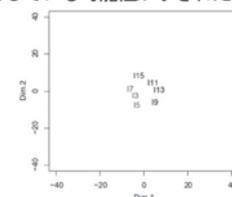


Fig. 2 Result of MDS (width)

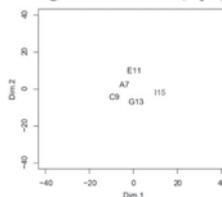


Fig. 3 Result of MDS (diagonally forward)

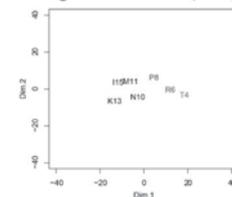


Fig. 4 Result of MDS (diagonally backward)

2-5-12

2-5-12 音響管を用いたカーディオイドマイクロホンの受音信号から得られる音圧および粒子速度の感度係数測定

—測定時の諸要因が測定精度に及ぼす影響—

○星 和磨, 羽入 敏樹(日大・短大)

筆者らは、カーディオイドマイクロホンで音圧と粒子速度を捉えるc-c法を提案している。実際にこれら物理量を測定するためには、音圧と粒子速度の感度を予め同定する必要がある。今回は、音響管を用いて感度特性を測定する際に、測定結果に影響を及ぼす諸要因について検討した。その結果、測定データの同期が不可欠であること、低音域においては、録音信号とマイクロホンの自己ノイズの比(SN比)が十分であることの2点が肝要であることがわかった。

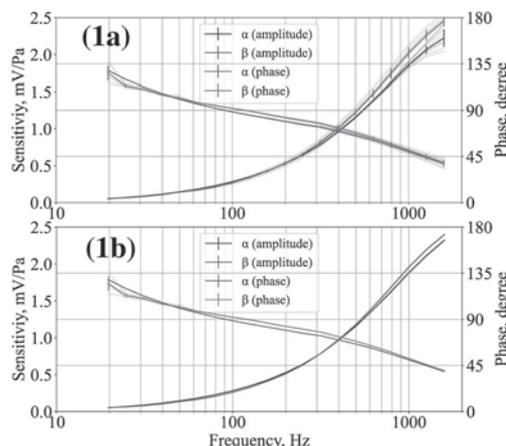


Fig. 1 Measurement results of coefficients α and β . (1a) using trigger signal. (1b) using DAW.

2-5-13

2-5-13 無限大積層板の動的等価曲げ剛性および音響透過損失の理論的考察

Theoretical considerations on a dynamic equivalent flexural rigidity and the sound transmission loss of infinite laminate plates

○井上尚久, 田中琴子 (九大・芸工)

- ◆均質・無限大面積の積層材モデルを用いた数値実験を行い, 斜入射平面波による強制加振時において, 等価曲げ剛性を算出した (Fig.1).
- 等価曲げ剛性は周波数ではなく, 波数に依存する
- ◆波数依存等価曲げ剛性を微分作用素として表現し, 人工的な偏微分方程式を導出した。この方程式が自由振動・強制振動に関わらず所望の分散特性を持つことを示した (Fig.2)。

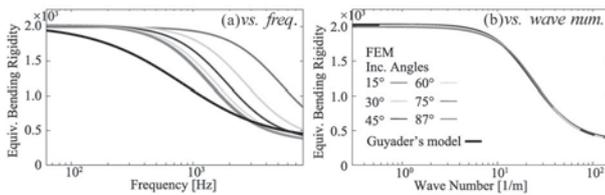


Fig. 1 The equivalent bending rigidity calculated by FEM.

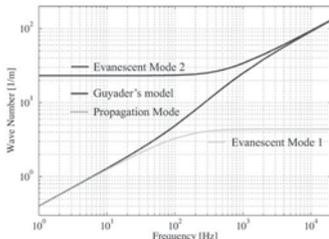


Fig. 2 The dispersion relation of the artificial governing equation.

2-5-15

2-5-15 製紙廃材の有効利用に向けたペーパースラッジの吸音率測定

Sound absorption measurement of paper sludge for effective recycling of paper industry waste

○菅原彬子, 江田博紀 (近畿大), △森岡正行 (ダイワペーパーネクスト), △岡田大樹, 北村貴則 (大和板紙)

- ◆パルプ・製紙工程で生じる産業廃棄物の大部分は, ペーパースラッジ (PS) と呼ばれる有機性汚泥である。
- ◆PS の大部分は焼却・埋め立て処理されるが, 環境負荷低減と資源循環の観点から有効活用方法の提案が喫緊の課題である。
- ◆本研究では, 短繊維質材料である PS の吸音材としての応用可能性に着目する。PS を乾燥させた粒状・繊維状試料の垂直入射吸音率を測定したところ, その有効性が示唆された。

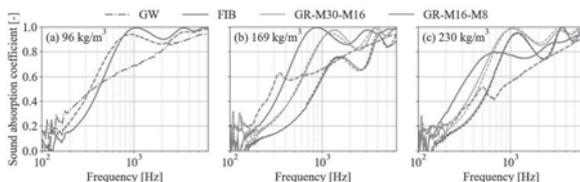
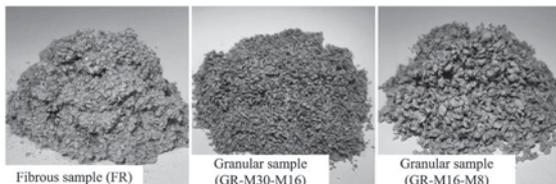


Fig.1: Sample photos and sound absorption coefficients

2-5-14

2-5-14 ナノファイバー吸音材料における振動を考慮した音響特性モデルの検討

Study on the acoustic characteristic model introducing vibration for nanofiber sound-absorbing materials

◎吉田朋純, 赤坂修一, △浅井茂雄 (東京科学大)

ナノファイバー不織布は繊維径が約 $1\mu\text{m}$ 以下の繊維であり, 高い空孔率と比表面積を持つため, 優れた吸音性能が期待される。そこで当研究室では, ナノファイバー不織布の吸音特性について検討している。これまでに, 薄くても高い吸音性能を示し, 特に繊維径が細かい試料では低周波数域で吸音ピークが確認された。また, 音響特性モデルを用いた解析より, 吸音特性には試料の振動が影響していることが示唆された。そこで本研究では, 音響特性へのサンプル振動の影響をより明確に考慮するため, 振動の寄与を取り入れた新たな音響特性モデルとして振動モデル (Vibration Model) を提案する。Figure 1 は, ポリスチレン (PS) からなるナノファイバーの吸音率の実測値と, 3つの音響特性モデルで計算した結果である。振動モデルで計算した吸音率は実測値に近い値を示し, 吸音特性に振動が影響している事を裏付けた。

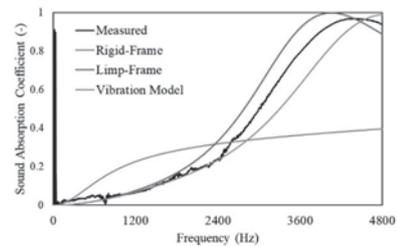


Fig.1: Sound absorption coefficient of measured and calculated by three models of PS nanofiber.

2-5-16

2-5-16 エアダンピングを活用した膜振動・ヘルムホルツ共鳴連成型広帯域吸音音響メタマテリアル

The evaluation of developed sound absorber using membrane vibration and Helmholtz resonator with air damping by mesh

◎後藤 達彦 (株) 東芝

- ◆膜背後空間の空気粘性抵抗を調整可能とする膜支持部材を新規に提案し, 膜振動・ヘルムホルツ共鳴連成型音響メタマテリアルに適用
- ◆膜の運動に対するダンピングの効き具合が容易に調整可能となり, 広帯域吸音設計が容易になった点が特徴
- ◆Fig2 が代表計測結果であり, 吸音率 0.8 以上吸音周波数帯域に対し, 約 $\lambda/12$ (下限周波数) $\sim \lambda/7$ (上限周波数) の厚みを実現

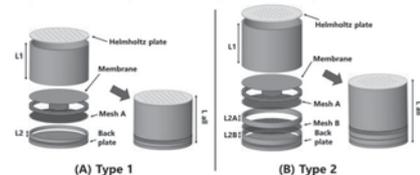


Fig.1 : The structure of the proposed sound metamaterial.

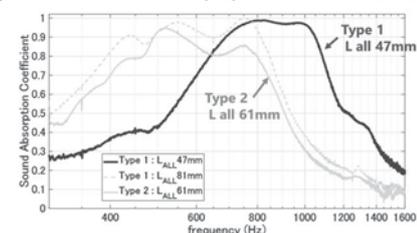


Fig.2 : Measured absorption coefficient.

2-5-17

2-5-17 デザインと融合する音響メタマテリアル

Designable acoustic metamaterials

○棚瀬廉人, △永島弘章, 五味蔵酒, 平良優大(ピクシーダストテクノロジーズ)

- ◆音とデザインを両立する「見せない吸音」を提案する。
- ◆表裏反転した結合型多共振吸音機構 (Coupled multi-resonance Absorber) を音響メタマテリアルで構成し、吸音効果発現を示す。

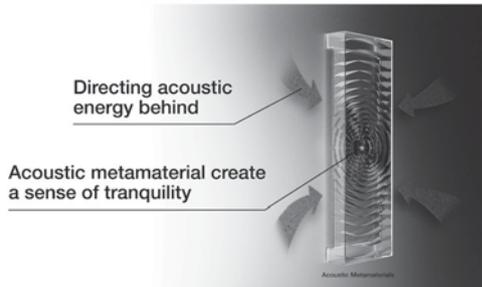


Fig.1 Conceptual image of the "Stealth sound absorption"

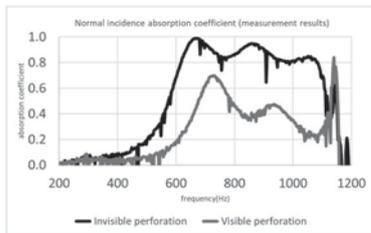


Fig.2 Sound Absorption Coefficient of 3D prototype

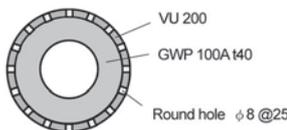
2-5-19

2-5-19 有孔管とグラスウールによる組み合わせ構造の吸音特性に関する実験的検討—開孔率の影響—

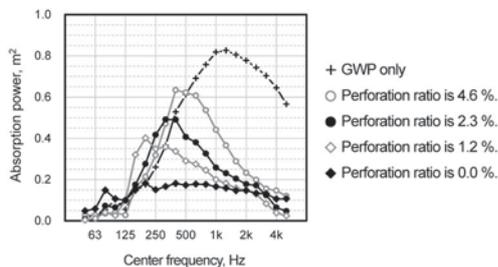
Experimental study on the absorption characteristics of the combination structure of perforated pipes and glass wool - The effect of perforation ratio -

○小泉 穂高 (戸田建設)

有孔VU管とグラスウールパイプ (GWP) を組み合わせた立体型吸音体について、吸音性能の検証を行った。管径や開孔率を条件として、残響室法による吸音力 (等価吸音面積) を測定したところ、孔の共振による吸音周波数の変化が確認された。また管両端部の開放状態によっても吸音特性は変化し、三次元的な管形状の影響が考察された。



An example of combination of perforated VU 200 and GWP (cross section)



Absorption power of the combination structure of perforated VU 200 and GWP

2-5-18

2-5-18 気柱配列吸音体による小空間の固有モード抑制に関する実験的検討

Experimental study on suppressing normal modes of a small room with pipe array absorbers

☆鈴木徹志, 佐久間哲哉(東大・工)

- ◆小空間でのブーミング・低周波音増幅などに対する低音域吸音対策として気柱配列吸音体を提案し音圧レベル低減効果を確認しているが、室の固有モードが各々どの程度抑制されるのかは未確認であった。
- ◆単純矩形室の対角1/4点でインパルス応答を計測することにより、吸音体設置による1次軸・接線・斜めモード抑制の程度を検証した。
- ◆GWを全面に充填した気柱配列吸音体の設置により、(0,1,0), (1,1,0)モードで約7dBの大きな低下が見られたほか、(1,0,0)を除くその他の1次モードでも低下が見られ、小空間の固有モード抑制現象が実空間で確認された(Fig. 1)。
- ◆気柱内部の音圧・粒子速度増加現象も併せて確認できた。

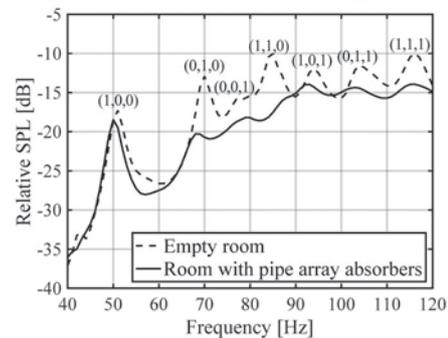


Fig.1: Average sound pressure level in the room.

2-5-20

2-5-20 共鳴器を内蔵した吸音壁の吸音特性に関する検討—実大模型実験と境界要素解析の比較—

Study on sound absorption characteristics of a sound absorbing wall with built-in resonators:

comparison of experiments with full-scale model and analyses with boundary element method

◎神谷優, 財満健史, 黒木拓, 大脇雅直(熊谷組), 安田洋介(神奈川大・建築)

- ◆工場の設備音等の対策として、水や粉塵の影響を受けにくい吸音機構が必要とされる。本報では共鳴器を仕上げ壁に内蔵することで水や粉塵の影響を受けにくい吸音壁の吸音特性について、実大模型実験と境界要素解析の条件を近づけて比較検討を行った。
- ◆仕上げ壁の端部に開口を設けることで、仕上げ壁の振動と、壁内の共鳴器同士が連成した多質点系の共振現象に伴う音響エネルギーの消散によって、複数の周波数で吸音効果を生じる可能性が示唆された。一方で仕上げ壁の振動と壁内の共振現象が相互に影響している可能性が示唆され、境界要素解析とは共振周波数に乖離が見られた。

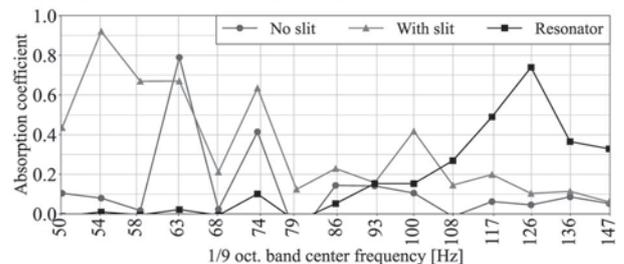


Fig.1: Sound absorption coefficients of the sound absorbing wall (experiment)

2-5-21

2-5-21 アンサンブル平均を用いた吸音特性の現場測定法 — Boundary Impedance Working Group 活動へ向けた基礎的議論 —

An in-situ measurement method using ensemble averaging technique for sound absorption of materials
- A preliminary discussion for Boundary Impedance Working Group -
○大鶴 徹、富来礼次、岡本則子(大分大・理工)

- ◆アンサンブル平均による材の吸音特性の *in-situ* 測定法(EA 法)に関し、以下を報告した。
- ◆簡易な音響管を用いる PU センサ校正法において、補正曲線のカーブフィットへ与える音圧と粒子速度の測定値の周波数域を、従来の 90 Hz-3100 Hz から 200 Hz-3100 Hz へと変更した。
- ◆100 Hz 以下の周波数域への適用可能性を示した。(Fig.1)
- ◆M. Vorländer 主導による "Boundary Impedance Working Group (仮称)" の活動状況を報告した。

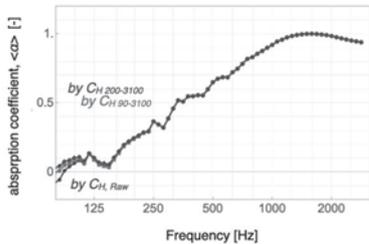


Fig.1: Comparison of absorption coefficient (α) values of glass-wool corrected by $C_{H,Raw}$ (blue), by $C_{H,90-3100}$ (red), and by $C_{H,200-3100}$ (darker-red).

2-6-2

2-6-2 大学図書館の音環境に関する現場調査 —個人利用時の座席選択に及ぼす周囲音環境の影響—

Field Study on the Acoustic Environment of University Libraries: The Influence of Surrounding Sound Environment on Seat Selection by Individual Learners
○坂東良哉、丸山直也、川井敬二

- ◆近年導入が進むラーニング・コモンズ (LC) では複数人での会話を伴う学習活動が中心となっているが、一人で利用する学習者 (個人利用者) も一定数存在する。その利用者の座席選択には周囲の音環境に対する何らかの好みか影響していると考えられる。
- ◆本研究では、個人利用者の座席選択理由と周囲の音の影響を把握することを目的として、アンケート調査・騒音レベル測定・利用状況観察を行った。
- ◆結果として、個人利用者の座席選択に周囲の音環境は影響しており、周りの音より、自分の出す音を重要視していることが分かった。

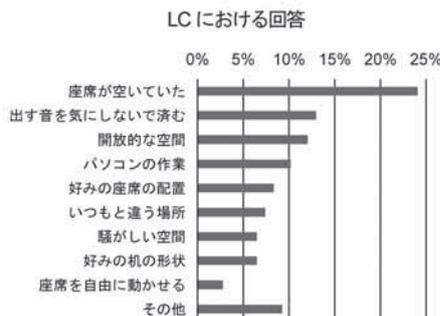


Fig. 1: Seat Selection Factors in the LC

2-6-1

2-6-1 オープンプランオフィスの音環境に関する現場調査 —座席密度がスピーチプライバシー評価に及ぼす影響—

A field survey on acoustic environment in open-plan offices: Influence of seating density on speech privacy
☆丸山弥優、Ainun Nadiroh、丸山直也、川井敬二 (熊本大)

- ◆本研究では、スピーチプライバシーの現状と座席密度の影響を明らかにするため、座席密度の異なる2つのオープンプランオフィスを対象に現場調査を実施した。
- ◆両オフィスの室特性は類似していたが、座席密度の高いオフィスでは騒音レベルが高く、周囲の騒音の影響を受けやすい傾向がみられた。
- ◆ISO 3382-3に基づき、各座席の r_0 を用いて、周囲の声による影響を受ける可能性のある人数を算出した (Fig.1)。特に通路沿いや部署境界付近はスピーチプライバシーの観点でリスクが高く、座席密度の高い空間ほど影響人数が多いことが示された。
- ◆アンケート調査では、静寂時の不快感や会話のしづらさが示され、音環境や座席配置との関連が示唆された。

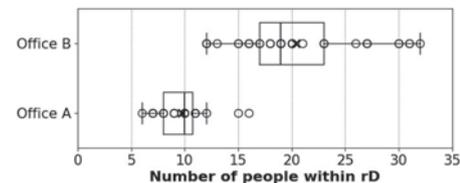


Fig. 1: Number of people within r_0 for each workstation.

2-6-3

2-6-3 音声騒音の持つ言語的意味性の度合いと知的作業内容が作業効率・快適性に与える影響

Effects of the degree of linguistic meaning in background speech noise and task type on work efficiency and comfort
☆杉野秀太、田中達宏、大谷 真(京大院・工学研)

- ◆近年、カフェやオープンプランオフィスのような、音声騒音の存在する空間が作業スペースとして一般的になりつつあるが、音声騒音の形成に寄与する話者数は時間や状況により異なり、有意義な音声でも話者数が多くなるにつれて意味性は減少する。
- ◆本研究では、音声騒音の言語的な意味性の度合いが知的作業の効率や快適性に与える影響を明らかにすることを目的として、音声聴取作業、言語的作業、非言語的作業の3種類の作業を対象とした被験者実験を行い、各課題の正答率と主観評価によりこれらを評価した。
- ◆実験結果から以下が示唆された。

- 音声聴取作業時・言語的作業時には、話者数が少ない場合に作業効率と快適性が低い。
- 非言語的作業時には、他の2種類の作業と比較すると、話者数が作業効率と快適性に与える影響は小さい。

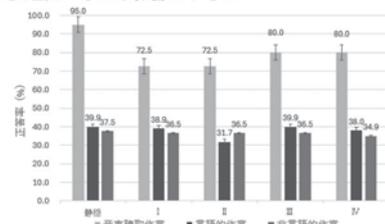


Fig. 1 各音声騒音条件における正答率 (音声騒音を形成する話者数 静寂: 0, I: 1, II: 3, III: 7, IV: 20)

2-6-4

2-6-4 睡眠中に断続的に発生する短時間騒音が生理量に与える影響

Effects of Intermittent Short-duration Noise During Sleep on Physiological Parameters

○太田周彰(安田女子大・理工), 松原千青(近畿大院), 平栗靖浩(近畿大・建築)

- ◆NIGHT NOISE GUIDELINES FOR EUROPE では個別騒音イベントによる脳波覚醒についての閾値が定められているが、この個別騒音は42秒間で、実生活では交通騒音以外でこのように長い騒音は少ない。本報では、65 dB、50 dBの短い3秒間のチャープ音が生理量である心拍数、呼吸数、体動に影響を与えるかの研究である。
- ◆各被験者13名に対して、音の提示が有る場合と無い場合の生理量の変化量について検定を行った。結果が下表である。
- ◆65 dBや50 dBの音圧レベルでは、3秒間の短い音提示でも生理量の値に増加が見られ、睡眠を阻害する要因になると考えられる。

Results of the Paired Permutation Test on Sound Pressure Effects

	騒音の有無による変化量差		騒音の有無による変化量差	
	65 dB	p値	50 dB	p値
心拍数	-	n. s	-	n. s
心拍数増分	1.22	0.02	1.65	< 0.01
呼吸数	1.31	0.02	-	n. s
コール値	44.63	< 0.001	30.81	0.02
HF	-	n. s	-	n. s
LF/HF	-	n. s	-	n. s

2-6-6

2-6-6 新入園児を対象とした吸音の効果の検証

—その1 泣き声と室内音圧レベルの分析

A field experiment on the effect of sound absorption on acclimation of children to kindergarten - Part 1: Analysis of crying children and indoor noise levels

☆松岡郁李, 川井敬二(熊本大院)

- ◆新入園児の園への慣れに対する吸音の効果の検証のために、幼稚園の2歳児室2室と3歳児室2室で1年間の現場実験を実施した。
- ◆4月から各年齢の片方の室に吸音材を仮設し、半年後の11月以降は吸音条件を入れ替えながら実験を継続した。
- ◆日々の室内音と録画をもとに、1) 4-5月に泣いている2歳児の人数(新入園児の園への慣れ)と、2) 室内音圧レベルの分析を行った。
- ◆結果として、4月は泣いている園児の時間率は吸音のない室の方が顕著に高い一方、5月は2室の差は見られなかった。室内音圧レベルの分析の結果、2歳児クラスでは、入園から半年後の11月前半、両室吸音なし条件の期間の比較から、入園時から吸音のなかった園児の方が声が大きくなっていったことが示された (Fig.1)。3歳児クラスでは2歳児クラスと対照的に吸音の効果は見られなかった。

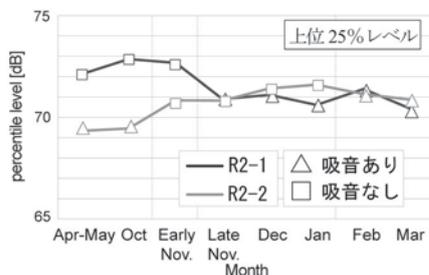


Fig. 1 Top 25% level in classrooms for 2-year-old children

2-6-5

2-6-5 音環境に着目した児童養護施設の居住環境改善に向けた取組み

Improving residential environments in children's care home from an acoustical view point

☆志水祐貴, 上野佳奈子(明治大)

- ◆施設の共用部(リビング等)及び個室の環境調整のケーススタディを通じて、児童養護施設が抱える音環境面の課題を調査するとともに、施設内の居住環境の環境改善の可能性を検討した。
- ◆発達障害等非定型な感覚特性がある児童も多く、共同生活において音の困りごとが多く生じていること、簡易的に導入可能な環境調整のニーズがあることが確認された。
- ◆共用部での取組みからは、他者の存在を感じながらもプライバシーが確保された空間の需要があること、遮音・吸音性能を高めた小空間が有効に機能することが示された。
- ◆個室での取組み事例では、環境改善のプロセスに体験ワークや模型ワークのような子どもが主体的に関わる機会を導入すること、落ち着きを取り戻す空間を設けることの効果が見られた。



Fig. 1: Environmental improvements made in the common areas



Fig. 2: A child working on adjusting their environment

2-6-7

2-6-7 幼稚園の新入園児を対象とした吸音の効果の検証 —その2 機械学習を用いた泣き声検出の試み

A field experiment on the effect of sound absorption on acclimation of children to kindergarten - Part 2: Estimating the time ratio of children crying by acoustic event detection

○川井敬二, 松岡郁李, 丸山直也, 大塚裕陽(熊本大院)

- ◆実際の幼稚園において、新入園児が半数程度いる2歳児クラスの2室の一つに4月の入園時から吸音材を仮設し、残響低減による園児の園への慣れを、泣いている子の人数と時間率を指標に評価・比較した。
- ◆Part 1では人が録音・録画データを基に判断したが、大変な手間がかかるため、Part 2では音響イベント検出による自動検出を試みた。
- ◆初心者向け教材と生成AIを利用してpythonプログラムによりMFCCを特徴量とする検出を行ったところテストデータでは60~80%の正答率が得られた。これを踏まえ4~5月の30分/日の音声記録30日分(2室合計30時間)を対象に検出を行い、吸音のない室の泣き声の時間率が高いという結果を得た (Fig.1, ノートPCで所要15分)。

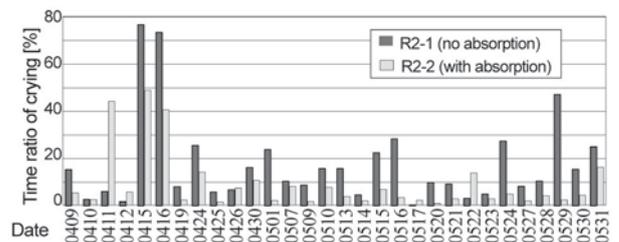


Fig. 1 Time ratio of crying by sound event detection (Time window = 2 s, n_mels = 32, n_mfcc = 12)

2-6-8

2-6-8 大学講義室等における音響測定および利用者アンケートによる音環境評価

Evaluation of Acoustic Environments in University Lecture Rooms based on Acoustical Measurements and User Questionnaires

☆高曾根晴架, 米村美紀(前工大)

- ◆大学教育施設の講義室は、講義によって利用者数や使用形態が異なるため、各室で容積や内装仕上げ、付帯設備などが様々である。これにより音環境が多様化し、残響や音声伝送の観点から性能が不十分な室もあると考えられる。
- ◆本研究は、大学内の音環境の実態について調査するとともに、音環境が利用者にも与える印象の評価を行うことを目的とし、残響時間と背景騒音、拡声放送設備の伝送性能の測定および利用者アンケートによる調査を行った。
- ◆一部の講義室でフラッターエコーが観測された。また、STI は 0.55 以上であったが、アンケート調査では音声レベルの不足や聞き取りにくさが指摘された。

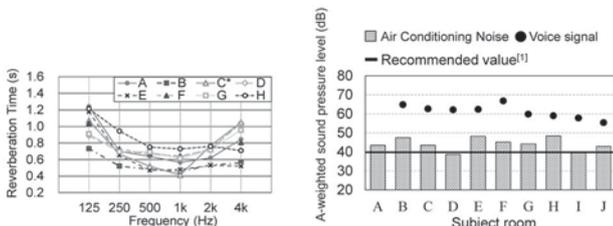


Fig. 1 Reverberation time

Fig. 3 A-weighted S.P.L. of speech and BGN

2-6-10

2-6-10 オープンプラン型オフィスの音環境が知的生産性に与える影響

~騒音曝露量と印象評価の関係~

The Impact of the Acoustic Environment in Open-Plan Offices on Intellectual Productivity

~Relationship between Noise Exposure and Subjective Evaluation~

- ☆山田 芳大, 中橋 樹香(近畿大院), 原田 和典(岡山県立大), 菅原 彬子, △長澤 康弘, 平栗 靖浩(近畿大学), △田中 太郎, △岩切 幸伸(ココ)
- ◆オープンプラン型オフィスの音環境と知的生産性に対する印象評価の関係を明らかにすることを目的として、実測調査とアンケート調査を実施した。
- ◆個人作業では、高集中作業は 50dB 未満で評価が最も高く、オペレーション作業では静かすぎても評価が高くなる傾向がみられた(Fig. 1)。
- ◆複数人作業では、どちらも 55dB を超えると評価が低下し、チームビルディング作業では静かすぎても評価が高くなる傾向がみられた(Fig. 2)。
- ◆単に個人作業、複数人作業で区別するだけでは不十分であり、作業内容に応じたオフィスのゾーニングが必要であることがわかった。

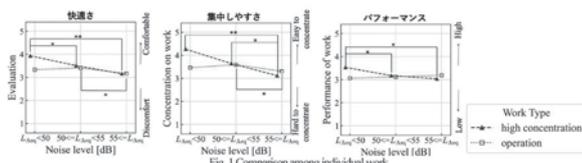


Fig. 1 Comparison among individual work

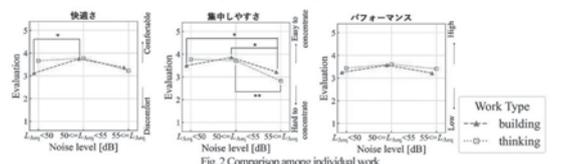


Fig. 2 Comparison among individual work

2-6-9

2-6-9 インパルス応答データベースとコンパクト建築設計資料集の教育施設諸室による吸音検討 -吸音設計の基礎資料として その2-

Acoustic absorption study using IR-DB and compact architectural design data collection.- Fundamentals of Absorption Design, Part 2.

○西川嘉雄(長野高専)

- ◆建築学会吸音 AJES の吸音設計の基礎データとしてインパルス応答データベース (以下 IR-DB) コンパクト建築設計資料集の教育施設のデータから、実在する諸室の規模の検討を行った。
- ◆室区分 I に対して表 2 の条件で吸音検討をした。結果を図-1 に示す。
- ◆条件 1 で室区分 I-3,4 の推奨値の満たす (図-1a)。条件 2 で室区分 I-2,3 の推奨値を満たす (図-1b)。吸音条件の高い室区分 I-1,2 は条件 3 程度の吸音をする必要がある (図-1c)。

- ◆今後これらのデータを用いて室区分の具体的な室用途の検討を行う予定である。

表-2 室区分 I の吸音条件一覧

	天井	壁
1	吸音率 0.5, 90%	GB 吸音率 0.08, 75%
2	吸音率 0.5, 90%	吸音率 0.3, 50%
3	吸音率 0.7, 90%	吸音率 0.3, 50%

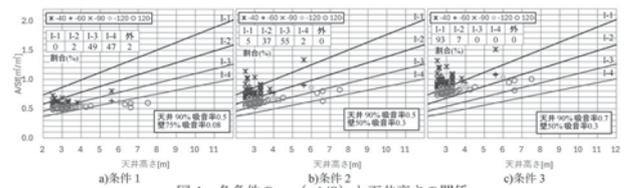


図-1 各条件の $\alpha_r (=A/S)$ と天井高さの関係

2-6-11

2-6-11 オープンプラン型オフィスの音環境が知的生産性に与える影響

~ 知的生産性を高める音環境について ~

The Impact of the Acoustic Environment in Open-Plan Offices on Intellectual Productivity example

~ Acoustic Environments that Enhance Intellectual Productivity ~

☆中橋 樹香, 山田 芳大(近畿大院), 原田 和典(岡山県立大), 菅原 彬子, △長澤 康弘, 平栗 靖浩(近畿大), △岩切 幸伸, △田中 太郎(ココ)

- ◆オープンプラン型オフィスでの音環境と作業者の印象評価を調査し、個人属性ごとに知的生産性と作業環境の印象評価の関係について検討を行い、知的生産性を高める騒音曝露量について考察した。
- ◆個人作業には騒音レベルの低い環境が適切であるが、作業種によって騒音レベルが低すぎないことも重要であることが示唆された。(Table.1)
- ◆複数人作業には、会話のしやすさといった観点から、55dB 以下の環境が適切であることが示唆された。(Table.1)
- ◆騒音感受性について高感受性群の作業者は作業環境の質の変化に敏感であり、知的生産性の低下を招く可能性があるため、低感受性群の作業者と比較してより一層の配慮が必要であることが示唆された。

Table 1 Average score for other impression evaluation items in noise sensitivity and performance evaluation

	Q1 うるささ	Q2 印象	Q3 気になりやすさ	Q4 目覚音	Q5 集中しやすさ					
パフォーマンス	高い	それ以外	高い	それ以外	高い	それ以外				
高集中ワーク	3.3	2.7	3.2	2.8	3.6	3.3	2.6	2.9	4.3	3.3
オペレーションワーク	3.5	2.8	3.5	2.7	4.0	3.4	3.4	2.8	4.1	3.4
チームビルディング	3.8	3.0	3.9	2.9	4.0	3.5	2.7	2.6	4.5	3.2
チームシンキング	4.0	2.8	3.9	2.8	4.0	3.5	2.7	2.4	4.0	3.1
	Q6 快適さ	Q8 聞き取りやすさ	Q9 会話のしやすさ	Q10 会話のしやすさ						
パフォーマンス	高い	それ以外	高い	それ以外	高い	それ以外				
高集中ワーク	3.9	3.3	-	-	-	-				
オペレーションワーク	3.9	3.2	-	-	-	-				
チームビルディング	4.3	3.2	4.5	3.9	4.7	3.5	4.4	3.4		
チームシンキング	4.2	3.3	4.4	4.0	4.4	3.5	4.3	3.4		

□ p<0.05
□ p<0.01

2-6-12

2-6-12 音環境の快不快と心理・生理反応の対応

Psychological and physiological responses to pleasant and unpleasant sound environments

○阿部将幸, 中島美百合, 原澤悠, △江川隼太 (フジタ)

ストレス音源および非ストレス音源に対する心理・生理反応を測定し、主観評価と心拍変動の対応を検討した。結果を以下に示す。

- ◆心理指標である不快度と落ち着き度の間には強い負の相関が認められ、被験者の騒音感受性の高低がこれらの項目の評価傾向に若干の影響を与える可能性がある。
- ◆生理指標と心理指標の関係において、不快度と平均心拍数 HR、HRの変動量、および CVRR との間に比較的高い相関が確認された。不快な音刺激に対しては心拍数が低下し、一般的な傾向とは異なる結果となった。CVRR に関しては、音刺激提示前のベースライン条件の違いにより不快度との相関の正負が逆転した。

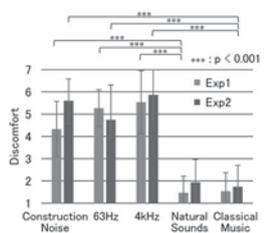


Fig.1: Evaluation Results of Discomfort toward Auditory Stimuli.

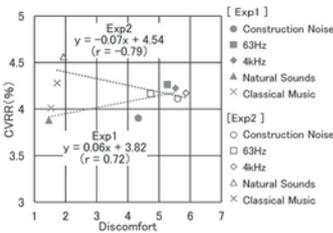


Fig.2: Correlation with Auditory Discomfort.

Two baseline conditions were set: Exp1, in which participants were exposed to 70 dB construction noise to induce stress; and Exp2, in which participants experienced a silent environment without any sound.

2-6-14

2-6-14 個人ばく露計による保育者の騒音ばく露レベル調査

Field survey for the noise exposure level of nursery teachers applying personal noise dosimeters

○横山 栄, 小林知尋(小林理研), 船場ひさお(駿河台大)

保育園の音環境については、必ずしも保育環境として適切ではないといった保育室の音環境調査の事例報告はあるが、保育者の一日を通しての騒音ばく露量の報告事例はまだ少ない。本調査では、認定こども園の協力を得て、保育者4名の保育活動中の騒音ばく露の実態を調査した。調査では、個人ばく露計 (RION, NB-14) を用い、保育者の肩のあたりに装着して騒音レベル ($L_{Aeq,1s}$) を記録した (Fig.1)。保育者4名の一日の等価騒音レベル ($L_{Aeq,7h}$) の結果は72~82 dB で、同時に実施した従来の騒音計による場の測定結果と比較して4~13 dB も高い結果となっていた。WHO は許容騒音曝露として週40時間で80 dB (ただし、子どもは75 dB) を推奨しており、現状を正しく把握し、必要な対策を講じることが望まれる。保育者からは、保育活動を終えても子ども達の声が聞こえている気がするといった声もあり、引き続き、保育者や子ども達を取り巻く音環境を調査していきたい。

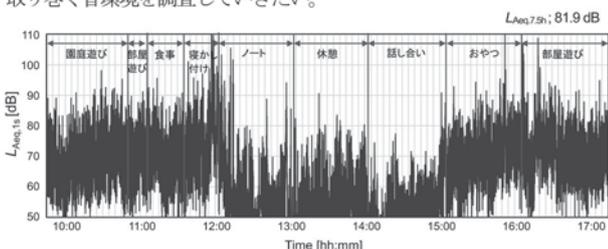


Fig. 1 Noise exposure levels of a nursery teacher in class for 0-1 year old.

2-6-13

2-6-13 在宅の高齢者を対象とするパソコンを用いた音の精神物理学実験システム

A PC-based psychophysics experiment system for elderly people at home

○山田一郎(空港支援機構)・△加来治郎(フリーランス)・桑野園子・難波精一郎(大阪大学)

- ◆加齢に伴う聴覚機能低下は避けがたい。それを聴覚機能の試験によるスクリーニングで早期発見し、対策や治療に繋げることが重要だが、高齢者を試験施設に招いて検査することはなかなかハードルが高い。
- ◆そんな現状に鑑み、加齢に伴う聴覚機能の衰えの早期発見を目的に、高齢者が自宅からPCとヘッドホンを用いて心理音響実験を行って聴こえをチェックする実験システムの構築を試みている。既報の初期実験で手法の有用性は示されたが、一般の高齢者が実行するにはまだ難度が高く、改良が必要である。そうした観点からPYTHONによる対話型実験システムの構築を目指し検討している。この発表ではその状況を説明し、実験事例を示す。
- ◆高齢者のPC操作のスキル等は様々であり、分かり易さや操作し易さ、誤操作防止への配慮等が重要である。試作装置は WINDOWS PC、USB ヘッドホン、USB メモリで構成し、ヘッドホンとメモリは郵送貸与する。実験結果は USB メモリに自動保管され、実験装置一式とともに郵送回収される。発表では予備的な実験結果も説明する。

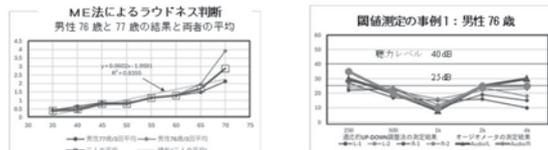


Fig.1: Examples of Measurement by the revised experimental system.

2-6-15

定常的な暗騒音と突出した特定騒音によって構成される刺激に対するノイズネスの検討

Examination on perceived noisiness of stimuli composed of stationary background noise and specific noise

☆鬼頭雅之, 山内勝也(九州大・芸工)

- ◆突出した特定騒音の存在により L_{Aeq} とノイズネス評価の間に乖離が生じる場合がある
- ◆暗騒音レベルと特定騒音の突出の程度がノイズネスに及ぼす影響を系統的に検討した事例は少ない → 今回検討
- ◆実験 (単発の特定騒音と定常的な暗騒音を用いた印象評価実験)
 - ◇ 定常的な騒音と特定騒音を含む騒音のノイズネスに乖離
 - ◇ 突出の程度が比較的大きい場合は特定騒音の影響はほぼ一定
 - ◇ 突出の程度が比較的小さい場合は暗騒音の騒音レベルが大きい場合にのみ特定騒音の存在によりノイズネスが増大
 - ◇ 暗騒音部分の「静寂さ」がノイズネス評価にポジティブな影響を及ぼした可能性

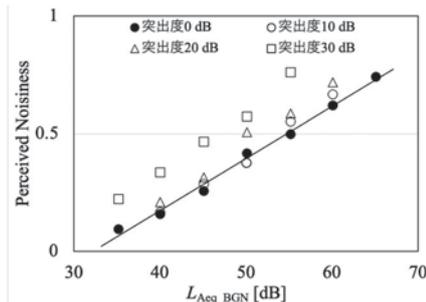


Fig. 1: 暗騒音の騒音レベルに対するノイズネス評価値

2-6-16

2-6-16 自動車交通騒音に対する不快感の評価構造 —低周波数成分の影響に着目して—

Evaluation structure of discomfort to automobile traffic noise
-Focusing on the influence of low frequency components-

☆篠内和真(神奈川大・院), 横島潤紀(神奈川県環境科学センター/神奈川大),
森長 誠(大同大), 牧野康一, 土肥哲也, 横山 栄, 小林知尋(小林理研),
山崎 徹(神奈川大)

- ◆著者らは、低周波数成分の曝露量をパラメータとする自動車交通騒音を対象とした主観評価実験を実施し、得られたデータに構造方程式モデリングを適用し、不快感の評価構造モデル (Fig.1) を構築した。得られたモデルから、低周波数成分が不快感に及ぼす影響を考察した。
- ◆不快感の評価構造モデルより、低周波数成分の曝露量 ($L_{eq,PF}$) は不快感 (Discomfort) に対し、圧迫感・振動感 (Oppressive or Vibratory feeling) を経由し、間接的に影響を及ぼすことが示唆された。さらに、モデルのパス係数に基づき、低周波数成分の曝露量と不快感評価との定量的な関係についても検討を行い、低周波数成分の曝露量の変化に対する不快感評価の変化量について概算的な評価も行った。

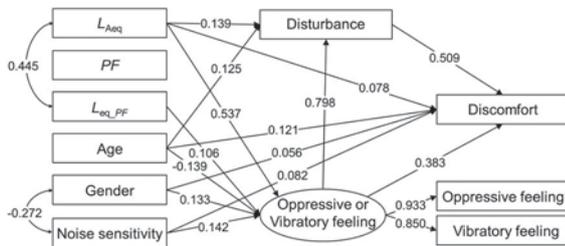


Fig.1 Evaluation Structure Model of Discomfort and Standard Partial Regression Coefficient of Each Significant Path

2-6-18

2-6-18 ウェアラブルデバイスを用いた騒音による睡眠影響のフィールド実験 —間欠騒音を対象としたプレテスト—

Field experiment on noise-induced sleep disturbance using wearable devices — A pretest focusing on intermittent noise

○森長誠(大同大), 笹澤吉明(法政大)

- ◆航空機騒音を対象とした、ウェアラブルデバイスによる睡眠影響に関する調査を行い、調査手法の確信性について検討した。
- ◆分析に使用可能であった15名について、夜間に騒音が発生した3日間のデータを用いて検討した。
- ◆騒音イベントの発生は覚醒に対して有意な効果が認められ、騒音が発生していない時に対してのオッズ比は3.18であった (Table 1)。
- ◆中途覚醒が確認されたケースでは、早朝覚醒の程度、睡眠時間の満足度、睡眠の質の満足度、日中の気分、日中の活動状態において主観評価が悪化しており、統計的な有意差が認められた。
- ◆今後は屋内での騒音レベルのデータと合わせたより定量的な検討を行う必要がある。騒音発生時の覚醒と睡眠効率、主観評価との関係について引き続き検討が必要である。

Table 1 Logistic regression analysis: Effect of noise events on awakening

	β	S. E.	p	O. R.	95% CI	
					Lower	Upper
Constant	-3.50	0.57	0.00	0.03	0.01	0.09
Noise Event	1.16	0.47	0.01	3.18	1.26	8.04

2-6-17

2-6-17 環境騒音を想定したノイズのラウドネス評価実験: Stevensの冪法則に基づく検討

A Loudness evaluation test of noise assuming environmental noise:
A study based on Stevens' power law

○米村美紀(前工大), 菅原彬子(近畿大),
森長誠(大同大), 坂本慎一(東大生研)

- ◆筆者らはラウドネス指標 (ISO532 シリーズ) を用いた環境騒音の評価法を検討している。ISO 532 は part 1: Zwicker 法と 2: Moore - Glasberg 法で算出される値が必ずしも一致しないことが指摘されており、その一因に、Stevens 則に基づく音圧 - ラウドネスのモデル式において冪指数の与え方が異なることが考えられる。
- ◆環境騒音を想定して人工的に作成した広帯域ノイズおよび 1/1 oct. band ノイズ (63 Hz ~ 1 kHz) を試験音としてラウドネス評価実験を行い、Stevens 則における冪指数を算出した。試験音の周波数特性によって冪指数が異なり、低域ほど冪指数が大きいく結果となった。

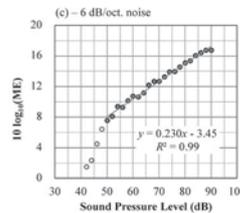


Fig.1: Relationships between S.P.L. and ME value for Loudness

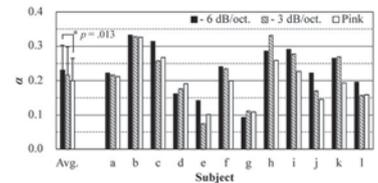


Fig.2: Exponent in Stevens' power law

2-6-19

2-6-19

自動車交通騒音の曝露—住民反応曲線の提示

Presentation of exposure-community responses due to vehicle traffic noise

○横島 潤紀(神奈川県環境科学センター/神奈川大学) 森長 誠(大同大学)
辻村 杜平(日本大学) 須田 直樹(小野測器)
△梅崎 良樹(社会システム) 山崎 徹(神奈川大学)

筆者らは、2021年に幹線道路の沿道住民を対象とした調査において、イメージグリッド法を用い、沿道環境および道路交通騒音に対する不快感の評価構造モデルを構築した。このモデルより、道路交通騒音に対する不満の要因に関する新たな知見として、①経済的負担、②家族影響、③道路整備の対策不足の3項目を得た。筆者らは、これらの項目を取入れた調査票を用い、2023年度から2024年度の期間にわたり、神奈川県内の幹線道路近傍に居住する人を対象に社会調査を実施した。得られた結果から、自動車交通騒音に対する住民反応として、従来の調査でも着目していた住民反応のアノイアンス (AN) および聴取妨害 (LD) とともに、本調査で新たに着目した経済的負担 (EB) および騒音による家族への影響 (EF) も加え、曝露-反応曲線を住宅種別 (戸建住宅・集合住宅) で構築した。

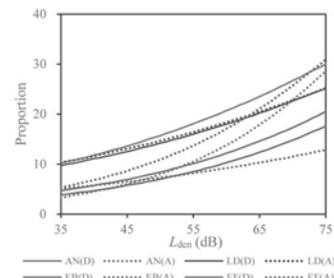


Fig.: Noise exposure - community response curves by housing type

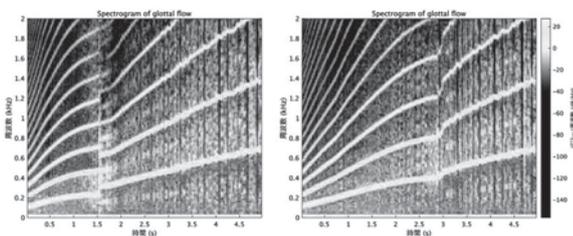
2-8-1

2-8-1 鼻腔が発声の音源フィルタ相互作用に与える影響に関する検討

A Study on the Influence of Nasal Cavity on the Source-Filter Interaction of Phonation

☆有田俊介、鐘木時彦 (九州大学)

- 本研究では、鼻腔が声帯振動に与える影響を、音響管モデルと声帯 2 質量モデルを用いた計算機シミュレーションによって検討した。鼻腔を分岐管として表現し、鼻腔の接続による声帯振動の変化を観察した。
- 高音発声における声道から声帯へのフィードバックが、鼻腔の接続によって、第一フォルマント付近で誘導性に変化することが確認された。また、ピッチジャンプ(ボイスブレイク)が発生した全ての母音 /i/, /u/, /e/ において、ピッチジャンプの幅が小さくなることが確認された。
- 音源-フィルタ相互作用の観点から結果を考察することで、鼻腔は歌唱などに有利な形で、声帯振動を変化させることが示唆された。今後はより高精度なモデルにより、歌唱で用いられる声区の再現などを試みる。本研究は、JSPS 科研費 JP24K15010 の援助を受けた。



母音 /i/ 発声時のピッチジャンプの様子(左は鼻腔なし、右は鼻腔あり)

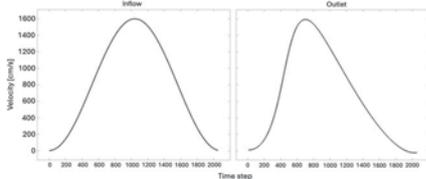
2-8-3

2-8-3 トロンボーンにおける非線形波動伝搬に関する検討

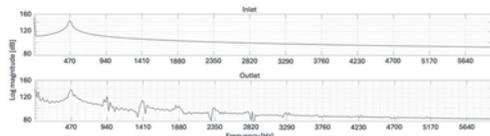
A study of the nonlinear wave propagation in trombones

☆ 曲田葵、鐘木時彦 (九州大学)

- 本研究では、非線形波動伝搬によって、トロンボーンの色に大きな影響を与える波の突立ちを再現するため、格子ボルツマン法を用いて、トロンボーン管形状での流体運動の数値計算を行った。
- 入力には、周波数 470 Hz、振幅 800 cm/s の正弦波を用い、管形状はベッセル・ホーンにより模擬した。
- 入力、流入口、管中央、流出口の粒子速度の波形を計算により求め、フーリエ変換を行った結果、入力以外のスペクトルで倍音成分が確認された。流出口の波形は、振幅の立ち上がりが急であり、入力波と比べて明らかに歪んでいることがわかった。



入力波(左図)と流出口(右図)での粒子速度波形



入力波(上図)と流出口(下図)粒子速度のスペクトル

2-8-2

2-8-2 声帯-仮声帯発声における音源特性に関する数値的検討

A numerical study on the voice source characteristic of vocal-ventricular fold phonation

○鐘木時彦 (九州大)

- 有声音の音源は、声帯弾性体と呼吸流の相互作用による声帯音源である。声帯上部にある仮声帯は、通常の話声では両側に開かれた状態にあるが、ロック等のポピュラー音楽や民族音楽で使われる歪み声では、仮声帯は声帯とともに振動し、音声のスペクトルにサブハーモニクスを生じる。我々は、このような声帯-仮声帯発声では、声帯と仮声帯それぞれの振動周波数に加えて、側帯波に相当する周波数成分が音声のスペクトルに表れ、これが従来はサブハーモニクスとして解釈されていたことを明らかにした。
- 本研究では、声帯-仮声帯発声における音源機構をより詳しく明らかにするため、格子ボルツマン法による 2 次元の非定常・低圧縮性流れの計算に加えて、流れの中で物体が移動して音が発生する空力音の基礎モデルである Ffowcs Williams-Hawkings (FW-H) 方程式に基づいて、声帯-仮声帯発声の音源特性を数値的に検討した。
- FW-H 方程式により、声帯と仮声帯を含む喉頭運動から声道出口付近での圧力変動を求めた結果、側帯波成分の生成には、喉頭への流入による単極子音源が主として関与していることがわかった。加えて、声帯や仮声帯の表面における流体との相互作用で生じる 2 重極子音源にも、同様の成分が見られた。本研究は、JSPS 科研費 JP24K15010 の援助を受けた。

2-8-4

2-8-4 付加製造を用いた尺八の復元における CT 画像のノイズ処理

Noise removing for CT image in reproducing shakuhachi using additive manufacturing

☆須藤壮一郎、高橋義典(工学院大)

- ◆自然災害や人為的なリスクにより文化遺産が消失するリスクが高いが、その対策は不十分である。CT スキャンを用いて文化財の正確な形状を保存し、付加製造 (3D プリンタ) を用いて復元することで資料を未来へ伝えることが出来ると考えられる。
- ◆尺八は気柱共鳴によって音が発生するため楽器の材質による音への影響がほとんどないことが知られている。そこで本研究では人間国宝であった尺八奏者 山口五郎 師範の愛用した尺八の復元を試みる。
- ◆本研究では CT スキャンを行った画像の 2 値化とモルフオロジ演算を用いたノイズ除去に着目し、大津法によって算出した 2 値化閾値を基準とした閾値の検討や、モルフオロジ演算での膨張・収縮処理に用いられる円形状の半径とオープニング・グロージング処理の順序を変化させることで適切なパラメータの検討を行った。
- ◆大津法を基準とした閾値ではモデルとした尺八の実測値と比較して管の内径が 4mm 程度大きくなった。これは尺八の内壁部に塗布されている石膏が適切に 2 値化されなかったためと考えられ、2 値化閾値の決定に関して課題が残った。
- ◆モルフオロジ演算を用いたノイズ除去では、クロージング処理を先に行うことで膨張半径を小さくすることができ、管体の形状を保存することが出来ることが示唆された。

2-8-5

2-8-5 オーボエ用リードの接合部における巻き付け力の違いによる振動特性の比較 Comparison of Vibration Characteristics of Oboe Reeds with Different Winding Forces at the Joint.

☆黒澤文彦(筑波大・院・シス情工), 若槻尚斗, 海老原格(筑波大・シス情系)

◆オーボエのリード製作において、糸の巻き付け方について「上端を弱く、下端側を強く巻くのが良い」という経験則が存在する。本研究では、全体を強く巻いたリードと、巻き方を部分的に変えたリードの音響特性を比較・検証することを目的とする。(Fig.1)



Fig.1: Winding force distribution diagram for oboe reeds

◆人工吹鳴の実験では多くの条件で Loose & Tight リードの方が実効音圧レベルが増大することが確認された。(Fig.2) 次に、この音圧レベル増大の原因を探るため、リードの「曲げやすさ」を示す物理量である音響コンプライアンスに着目した。

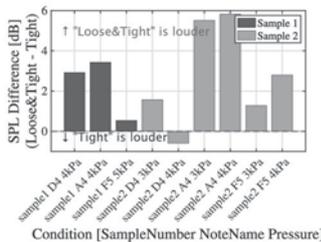


Fig.2: Difference in effective sound pressure level due to different wrapping methods

◆ばね定数の逆数である機械コンプライアンスを実験的に算出した。その結果 Loose & Tight リードは Tight リードに比べて音響コンプライアンスが増加することが示された。

2-8-7

2-8-7 教師ありNMFを用いたシンセサイザのオシレータとアンプリファイアのパラメータ推定における主観評価実験

Subjective Evaluation Experiments on Parameter Estimation of Oscillator and Amplifier in Synthesizer Using Supervised NMF

☆白井海音, △八巻俊輔(東北工大)

◆シンセサイザの操作支援を目的とし、任意の対象音をシンセサイザにより高い再現度で生成できるパラメータを推定するシステムについて、主観評価実験によりシステムの有効性を確認した。

◆Fig.1に推定するパラメータの概要を示し、Fig.2に教師ありNMFを用いたパラメータ推定手法を示す。

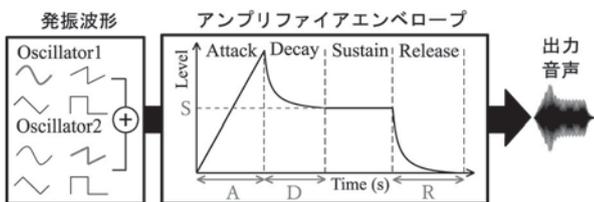


Fig.1: Sound synthesis using oscillator waveform and amplifier envelope

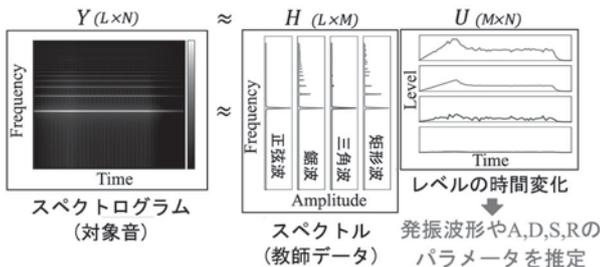


Fig.2: Parameter estimation method using supervised NMF

2-8-6

2-8-6 ドブラ効果に起因するチャンネル間位相差に基づく音響特徴の検証 Investigation of acoustic features based on phase difference caused by Doppler effect

☆高橋祐芽, 赤石夏輝, 古平真理子, 矢田部浩平(農工大)

目的 楽器演奏の多チャンネル録音で生じるドブラ効果による音質の揺らぎを補正したい

▶ 初期段階として、実測とシミュレーションで同様の位相差が見られるかを確認

実験 2チャンネルのマイクロフォンを使用し、左右に動かしながらオーボエ及びヴィオラの音源を測定

結果 シミュレーションに見られるドブラ効果による位相差がオーボエの実測データで確認できた

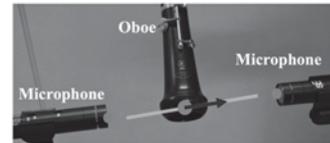


Fig. 1: The picture of an oboe moving left and right between microphones along the gray line.

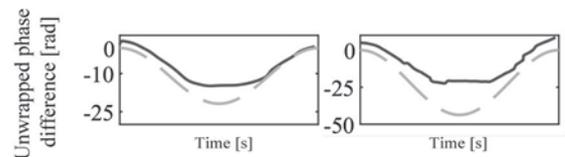


Fig. 2: Unwrapped phase differences in simulation (dashed) and observed data (solid) for third (left) and sixth (right) overtones.

2-8-8

2-8-8 GANを用いた小規模学習データにおける楽曲補完 Music inpainting with small data using GAN

Music inpainting with small data using GAN

☆苗村 公明, 永瀬 亮太郎, 高島 遼一, 山下 洋一(立命館大)

◆小規模学習データにおける楽曲補完

▶ 故作曲家の音楽などの学習データが十分に得られない場合依然として補完部前後の入力情報を考慮した補完が困難

◆楽曲補完モデルInpaintNetにGANを統合した新たな手法を提案

▶ 生成された補完部分と補完部前後の入力情報を識別器に入力
◇ 入力情報を考慮した一貫性のある出力を促すことを期待

◆前後の音高系列に見られる音高発生位置を考慮した補完が可能に

▶ 音高の類似度を評価する指標では2.5ポイント精度が向上
▶ グループの整合性を評価する指標では約2倍精度が改善

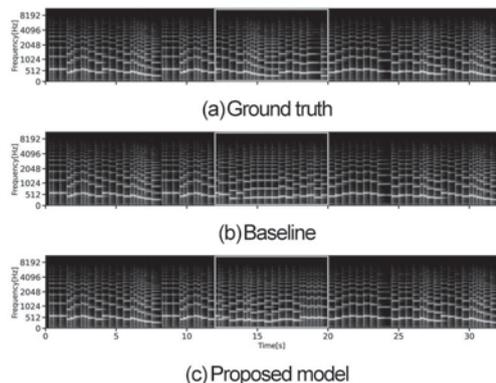


Fig.1: Spectrograms generated from the ground truth and predicted pitch sequences

2-8-9

2-8-9 Transformerを用いたメロディからのコード進行の推定

Estimation of chord progression from melody using Transformer

☆日比野祐吾, △宮田雄一, 中島弘史(工学院大)

- ◆作曲初学者への補助やコード付与工程の効率化を目的に、メロディの統計と、コード進行を学習したTransformerモデル(Fig. 1)からコード進行を推定するシステムを作成
- ◆生成コードに関する6つの評価指標で評価
- ◆実際に生成されたコード(Fig2)が実用可能か評価

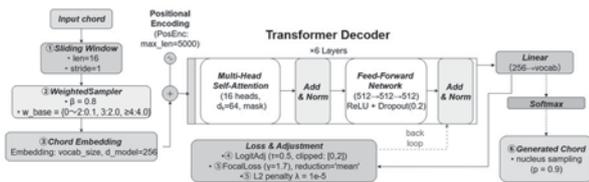


Fig. 1 Model diagram of the Transformer portion of this system



Fig. 2 Musical score with chord progressions generated by this system

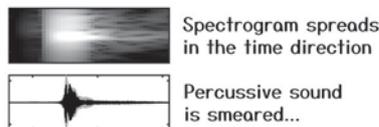
2-8-11

2-8-11 非定常ガボール変換を用いて 打撃音劣化を低減するタイムストレッチング

Reducing percussion smearing of time stretching by using nonstationary Gabor transform

◎ 赤石夏輝(農工大), Nicki Holighaus (ÖAW), 矢田部浩平(農工大)

位相ボコーダに基づくタイムストレッチングは 打撃音を劣化させる!



DIALGA (conventional) Lu 2023
SNR: 8.2 dB

- ・打撃音を時間方向に収縮する
- ・完全再構成性の保証が難しい!

・非定常ガボール変換を用いて打撃音を収縮!
・再構成性の保証ができる!

PROPOSED METHOD
SNR: 11.6 dB

Figs.: Amplitude used for phase generation (top) and stretched signals (bottom) for each method on Bongo. The bottom row shows the envelope of the original signal in gray.

2-8-10

2-8-10 ランダムフォレストとカーネル密度推定により打音変化を考慮したドラム打音の推定と発音時刻検出

Drums Sound estimation with replacement parts variations using Random Forest and Kernel Density Estimation techniques and hit timing detection

☆岩瀬涼太, △伊藤和寿(芝浦工業大学)

- ◆本研究はドラムスの自動採譜システムの開発が最終目的である。
- ◆本報告では、10種類の打音に対して3種類のスティックで打音変化させたときの単音の打音推定と発音時刻の検出を行う。
- ◆打音推定では、ランダムフォレストとカーネル密度推定手法を組み合わせることで周波数情報を解析することにより、打音変化も考慮した。
- ◆全体の推定精度は **77.5%** であり、先行研究と比べ **10.1%の精度向上が達成された。**

Table 1 Accuracy of sound estimation for single sound

Instrument	Bass Drum	Crush Cymbal	Floor Tam	Hi-Hat Close	Hi-Hat Open
Accuracy [%]	100	65.6	93.3	91.1	67.3
Instrument	Hi-Hat Pedal	High Tom	Low Tom	Ride Cymbal	Snare Drum
Accuracy [%]	35.6	100.0	100.0	11.1	78.0

- ◆発音時刻の検出では、スペクトル平坦度のピークを検出する手法を提案した。
- ◆同一楽器の4連続打音に対し、全ての楽器で打音間隔が **0.1s 以上の場合に検出が可能**である。

2-8-12

2-8-12 楽器を使った「音空間デザイン」の提案と実践 —楽器演奏音の印象及びベース音との組み合わせによる印象変化—

Proposal and practices of Sound Space Design using musical instrumentals- Impression of instrumental sound and impression change by combination with bass sound -

☆水口聖葉(岐阜高専専攻科), 石川あゆみ(岐阜高専)

- ◆先行研究では楽器を使った音空間デザイン(空間に音を加えることで新たな魅力を生み出そうとすること)を実施し、それにより生み出される音空間(既存の空間及び音環境に音空間デザインで加わった音を合わせた場)の特徴等を明らかにした。
- ◆本報では、楽器演奏者自身の体験を通して得られる評価に基づく、心地の良い音空間を作り上げるための知見として、楽器の演奏音の印象及びそれをベース音(楽器の演奏を誘導・補助する目的で空間に予め設置する音)と組み合わせた場合の相互効果を明らかにすることを目的とし、音空間デザインでの使用を想定した楽器およびベース音に関する主観評価実験を行った。
- ◆実験は、楽器演奏音の音色に対する印象を測る Ex.1、ベース音と合わせて楽器を演奏する場合の演奏のしやすさ等を測る Ex.2 の二つに分けて行い、楽器6種類、ベース音5種類について、実験した。
- ◆心地の良い音空間を作り上げるための知見として、音色の面で調和感を生み出すにはベース音に楽器演奏音に似た音色を含めること、楽器が演奏しやすいベース音は BPM110 のリズムパターンであることなどが明らかとなった。

2-8-13

2-8-13 かわいい印象を与える音楽に特有の音響的特徴について

Acoustic Characteristics that Contribute to Cute Impressions of Music
☆生川詩乃(大阪工大院), 脇田由実

近年、かわいい印象を与える楽曲(かわいい楽曲)を聞きたい、作りたいというニーズが高まっている。本研究は、かわいい楽曲の音響的特徴を明らかにすることを目的とする。

かわいい楽曲を3秒ごとに区切り、各区間のログメルスペクトログラム画像に対して主成分分析を行い、得られた主成分ごとの固有ベクトルを画像化した。そして同じように主成分分析した「激しい楽曲」「悲しい楽曲」の固有ベクトル画像と寄与度を考慮しながら比較した。

その結果、かわいい楽曲の画像には、周波数特性よりも時間特性に特有な特徴が見られ、リズムの刻みが明確であり1音長も短かった。エンベロープ値を用いてこの特徴を定量化したところ、かわいい楽曲は他の印象の楽曲よりE値が高くその有意差も認められた。

今回は、3秒区間で区切った音響的特徴をとらえたが、より長時間にわたる継時変化分析が重要であるとする。

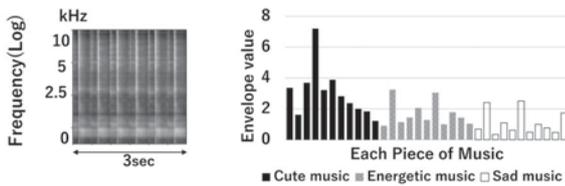


Fig.1: Image of Visualize Eigenvectors of cute music

Fig.2: E-Value of each music

2-8-15

2-8-15 Impact of Perceptual Attributes on Listener Acoustic Preferences in Head-Tracked Binaural Audio

ヘッドトラッキング機能がついたバイノーラルオーディオにおける知覚属性が聴取者の好みに与える影響

△Rai Sato(KAIST), ○Sungyoung Kim(KAIST, RIT)

◆Objective: To identify the key perceptual attributes that determine listener preference for different head-tracked binaural renderers among experienced listeners.

◆Method: Ten experienced listeners conducted pairwise comparisons of five commercial and academic renderers. The preference ratings were analyzed using Structural Equation Modeling (SEM).

◆Key Finding: **Integrated Spatial Quality**, a factor combining immersion, envelopment, and externalization, was the overwhelming predictor of overall preference ($\beta = .750, p < .001$). Timbral fidelity was a secondary factor, while head-tracking discomfort was not significant.

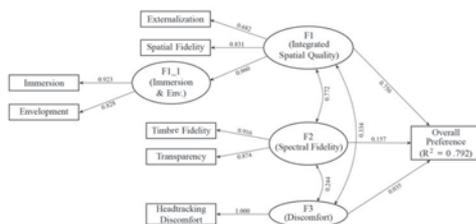


Fig.1: A path diagram showing latent factors such as "Integrated Spatial Quality" and "Spectral Fidelity" pointing to the "Overall Preference."

2-8-14

2-8-14 BGMの呈示タイミングの違いが知的作業効率に与える影響

Effects of different presentation timing of background music on intellectual work efficiency
☆菅原直也、星野博之(愛知工業大)

◆本研究では、RWC 研究用音楽データベース中の音楽ジャンル3曲と、クラシック 2 曲を用いて呈示タイミング変化による作業効率向上における有効性調査を行った。

◆実験1: 音楽ジャンルによる呈示タイミング変化実験

5 分間の計算課題に対して音楽ジャンル 3 曲(クラシック、ロック、声楽)をそれぞれ課題開始 (first)、開始から 1 分 30 秒後 (center)、開始から 3 分後 (end) の 3 種のタイミングで 2 分のみ呈示した結果、ロックでは「center」に対して「first」で有意 ($p < 0.05$) に正答数が多くなった。

◆実験2: 明るさ因子による呈示タイミング変化実験

クラシックのサビ部分の主要評価因子に基づく選曲で、明るさ因子が最高 (fg)・最低 (pv) の楽曲に対して、実験 1 と同様に呈示タイミングを変化させ計算課題を行った結果を Fig.1 に示す。

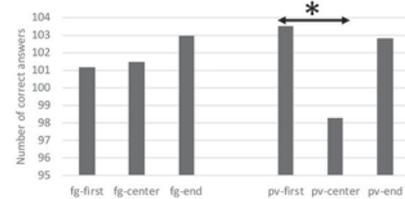


Fig.1 Results of arithmetic task (Number of correct answers, *: $p < 0.05$)

2-9-1

2-9-1 楽曲中で注目する楽器が空間印象評価に与える影響

Influence of Instrumental Focus within a Musical Piece on Spatial Impression Evaluation

☆石川 裕子, 村上 寛名, 石光 俊介(広島市立大院), △江野 峰弘, △藤本 佑樹(モルテン)

◆目的: 着目楽器により迫力感がどう変化するかを調査

◆音源: 楽曲を 5 つの空間でバイノーラル収録

(la.実験室, ac.無響室, sr.シールドルーム, lr.視聴室, cx.CX60)

◆実験手法: シェッフェの対比較法(浦の変法)での迫力感の評価

被験者: 指導を受けたことのある音楽経験者 16 名 (19~23 歳)

着目楽器: ベース, ピアノ

迫力感の定義: 力強さ, アタック感や立ち上がりの明瞭さ

◆結果

○着目楽器ごとの間隔尺度を比較

・ lr, ac: 着目楽器にかかわらず安定した評価

・ cx: 着目楽器により評価が大きく異なる

○着目した楽器ごとに、

有意にグループ化が可能であった ($p < 0.01$)

↓
同一楽曲であっても、
着目楽器の違いが空間
印象評価に大きな影響
を与えることが確認

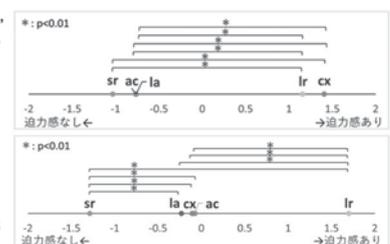


Fig.1: Interval scale for each space (Upper: at base focus, Lower: at piano focus)

2-9-2

2-9-2 アルバムカバーにおける色彩感とデザインの重要性について*

*The Importance of Color and Visual Design in Album Covers

☆山口優芳(日本大学大学院芸術学研究科), 川上央(日大・芸術), 三戸勇氣(日大・芸術)

音楽レーベルは、数多くのマーケティング手法によってアーティストならびに楽曲をヒットさせている。その中でも、CD などのアルバムカバー(ジャケットデザイン)を戦略的に工夫し、作品を消費者の記憶に残るものへと高めることは、効果的なマーケティング手法の一つといえる。アルバムカバーに描かれたデザインは、消費者にジャンルなどの情報を視覚的に伝え、暗黙のうちに理解させる役割を果たしている。これにより、消費者は自身の好みに合ったジャンル内で新たな音楽と出会う機会が増える。つまりアルバムカバーは、消費者がそのアルバムを購入するかどうかを判断する上で、重要な要素となり得るだろう。もちろん、アーティストの知名度や音楽性によってもデザイン性も変わるが、一定の法則に基づいてレコード会社やレーベルがアルバムカバーを意図的にデザインしていると考えられる。

そこで、このような背景を踏まえ、本研究では、日本のレコード会社やレーベルの関係者にインタビューを実施し、アルバムカバーがマーケティングにおいてどのように活用されているのかを明らかにする。

2-9-4

2-9-4 6DoF コンテンツの制作・提示のための音響レンダラの開発

Audio renderer for production and reproduction of 6DoF content

○杉本岳大(NHK)

- ◆6DoF コンテンツで、コンテンツ内でイベントやユーザインタラクションが生じるため、音響レンダラと映像レンダラの連携動作は不可欠な機能である。そこで本研究では、6DoFコンテンツの制作・提示を目的に、映像レンダラと基本的な連携動作が可能な音響レンダラを開発した。
- ◆6DoF コンテンツ対応の音響レンダラに必要な機能として、①レンダリングに必要なユーザのアクション情報を音響レンダラと映像レンダラ双方で共有するための API の送受信機能 ②コンテンツの時間軸上で自由に再生開始点と停止点を指定できるランダムアクセス機能 ③更新頻度の高い音声オブジェクトの position データを分離記録する機能に着目し、これらを備えた音響レンダラを開発した。

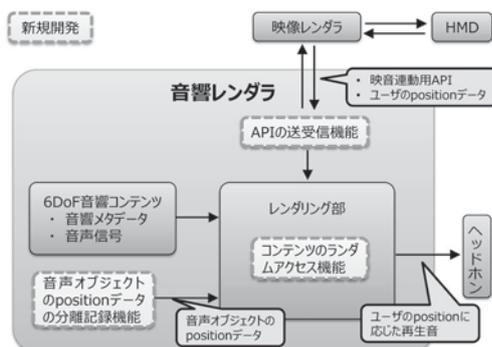


図 音響レンダラの構成。破線部分が本研究で新規に開発したパート。

2-9-3

2-9-3 音響 XR を活用したライブ視聴における主観的印象と生体信号の関係性

Relationship Between Subjective Experience and Physiological Signals in Live Viewing Utilizing Acoustic XR

◎宮本 佳奈, 矢澤 櫻子, 伊藤 弘章, 鎌本 優 (NTT)

- ◆周囲の音とイヤホンから提示される音を融合させる音響 XR は没入感や臨場感などの主観的印象を高める可能性がある
- ◆本稿では、音響 XR を活用したライブ視聴がユーザの主観的印象に及ぼす影響を音と脳波や脈波の同期性から調査した
- ◆実験における 2 種類の音の提示条件
 - イヤホン提示音なし条件: スピーカから歌声や楽曲
 - イヤホン提示音あり条件: 上記のスピーカの音+イヤホンから歌声
- ◆音響 XR を用いたイヤホン提示音ありの条件において主観的印象が向上し、音と脳波の同期が高まること統計的に示唆された

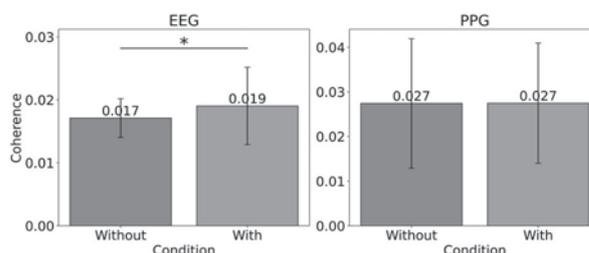


Fig. 1 Coherence between earphone sound and EEG, and between earphone sound and PPG (*p < .05; "Without" means without earphone sound, and "With" means with earphone sound.

2-9-5

2-9-5 筆記音の遅延フィードバックが筆記動作に与える影響: 筆記速度と遅延時間の相互作用の分析

Effects of delayed auditory feedback of handwriting sounds on handwriting movements: An analysis of the interaction between handwriting speed and delay time

◎坂口晃啓(フィート), 松井淑恵(豊橋技科大)

- ◆紙とボールペンによる筆記において、操作した筆記音をフィードバックしたとき筆記動作に影響するかどうかを調査した。とくに、筆記音の遅延時間と筆記速度の交互作用を調査した。
- ◆筆圧と筆記時間が記録できる環境をペンタブレット上で構築し、参加者 20 名に書き写し課題(15 種類の文字や図形をランダムに並び替えたもの、Fig. 1)をさせた。参加者には早い筆記と遅い筆記の 2 種類の速度を指示して筆記作業をさせた。筆記速度は手本動画と練習によって統制した。
- ◆筆記音はペンタブレットに張り付けたピックアップマイクで収集し、ディレイエフェクタを経由して、イヤホンで聴取させた。
- ◆筆記音の遅延は 0~600 ms で 100 ms 刻みの 5 水準とした。
- ◆遅い筆記では遅延 100~300 ms、遅い筆記では遅延 600 ms で筆圧が上昇した。また、遅い筆記では遅延 600 ms で筆記時間が延長された。



Fig. 1: Example of an experimental task.

2-9-6

2-9-6 認知性と快適性を両立する 医療機器のアラーム音のデザイン

Design of highly recognizable and pleasant alarm sounds for medical equipment

☆ 鬼頭風(中央大院), △ 島峰徹也(東京工科大),
山口雅夫, 戸井武司(中央大)

- ◆ 病院内は医療機器のアラーム音やワゴンの移動音など様々な音が混在し、音環境の改善が望まれている。そこで、Fig.1に示す認知性と快適性の両立を目的としたアラーム音(OS1~OS4)をデザインし、その有効性について、主観的および生体情報を用いた客観的な評価を行った。また、アラーム音の認知性と快適性を客観的に評価できるか検討した。
- ◆ Fig.2に示す主観評価の結果より、アラーム音の立ち上がり時間を短くし、振幅変調を施したうえで立ち下がり時間を長くしたOS2は、病院で使用されている認知性が高い音(Ref)と比較して、認知性を維持したままで快適性が向上することを示した。
- ◆ Fig.3に示す主観および客観評価の結果より、主観評価の認知性と脳波(High- α)の相関係数は0.68、快適性と脈波(LF/HF)の相関係数は0.63であり、脳波および脈波は、アラーム音の認知性と快適性を客観的に評価できる可能性を示した。

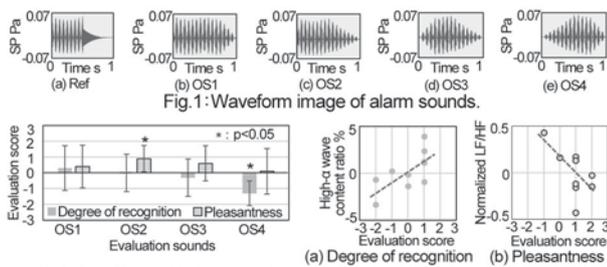


Fig.2: Subjective evaluation results compared with current sound.

Fig.3: Subjective and objective evaluation results of OS2.

2-9-8

2-9-8 実走行環境下における 自転車ライダーに対する 触覚と聴覚のクロスモーダルフィードバック

Cross-modal feedback of tactile and auditory stimuli for cyclists under real-world riding conditions.

☆ 植村亮祐(東京理科大), 朝倉巧(東京理科大)

- ◆ 本研究では、自転車利用者の安全性向上を目的として、実走行環境下におけるヘルメット装着型のカrossモーダルフィードバックの有効性を検討した。触覚信号としてヘルメットに取り付けた振動子、聴覚信号としてイヤホン型スピーカーからの純音を用い、反応時間及び主観評価に基づく最適な提示条件を明らかにするための実験を行った。
- ◆ その結果、触覚と聴覚を同時に提示するクロスモーダルフィードバックでは、反応時間の短縮が確認され、騒音環境下においても有効な警告呈示手法となり得る可能性が示された。



Fig.1: Experimental setup

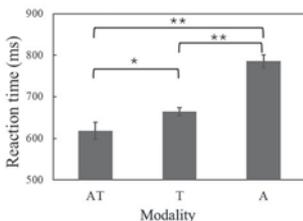


Fig. 2: Results for the reaction time by modality (*p < 0.05, **p < 0.01).

2-9-7

2-9-7 ソフトテニス打音の快音構造に関する研究

Study on the Structure of Pleasant Sounds in Soft Tennis Hit Sounds

◎ 石塚圭悟, △ 村越弘章, △ 岡田拓与(ヨネックス)

- ◆ ソフトテニスにおける打音は、競技者が用具を選定する際の重要な要素であり、快音を謳った用具開発には客観的な評価指標の確立が必要となる。
- ◆ 実使用想定条件下で打音を収録し、収録音源を用いた官能検査(SD法)を実施することで快音の評価因子を解明した。また、音響解析を行い評価因子と音響特徴量の関係性を明らかにした。
- ◆ 快音の評価因子は「威力感」、「爽快感」、「硬さ感」であることが分かった。
- ◆ 「威力感」は「総合音圧レベル O.A.値」、「爽快感」は「最大ピークの中心周波数」と関係することが分かった。

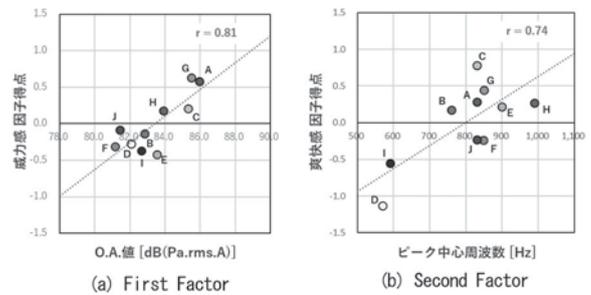


Fig. 1 Factor Scores vs. Acoustic Features

2-9-9

2-9-9 ロータリらしさを含んだリアルエンジン音評価

Evaluation of realistic engine sounds with rotary-like characteristics

☆ 山本麻愛, 石光俊介(広島市立大院), △ 光田康典(プロキオン・スタジオ)

△ 菊池正和, △ 稲木大二, △ 岩田陽明,

△ 児玉真吾, △ 藤川智士, △ 松本貢典(マツダ株式会社)

- ◆ 主観評価を行い、エンジン音の印象を明らかにすることで、車内音響駆動設計に貢献することを目標としている。
- ◆ マツダの車 "RX-7" とそれを基にした疑似音源の計4音源を、エンジニアと学生を対象に、SD法で印象評価を行った。
- ◆ 実際の車内に搭載される音を想定して、音源の好みやリアル感の評価についても行った。
- ◆ エンジニアは分析的にエンジン音を聞くのに対し、学生は全体的に聴く為、評価が異なるのではないかと考察される。
- ◆ 好みやリアルについては、RX-7が最も評価された。しかし、疑似音源についてもリアルだと感じる人がいることが示され、車内生成音になる可能性を秘めている。

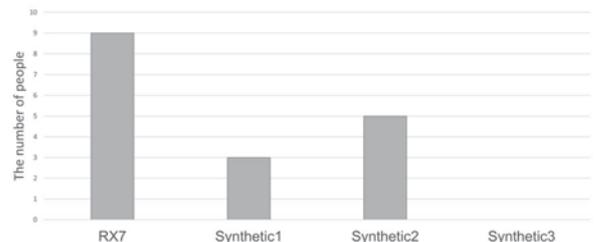


Figure1: Sound sources perceived as realistic

2-9-10

2-9-10 自動車内サイン音の緊急感と運転行動に関する検討

A study on urgency impression and driving behavior of auditory signs

☆高橋瑞季(九州大・芸工),

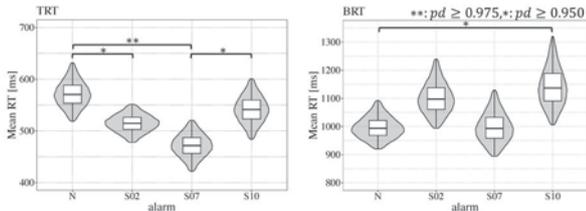
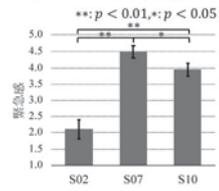
浅川香(東京電機大), △陳薇雅, △栗野智治(三菱電機), 山内勝也(九州大・芸工)

◆音数や周波数構成などが複雑なサイン音を提示したときの緊急感や運転行動を検討することを目的とし、ドライビングシミュレータ実験を実施した。

◆前方車両の急減速による車間接近を想定し、警告音無し(N)と警告音3種類の全4条件について運転行動を分析した。

◆前方車両減速開始からのTRT(Throttle Release Time, アクセルを離すまでの時間)とBRT(Brake Reaction Time, ブレーキを踏むまでの時間)を算出し、指数正規分布を仮定してパラメータをベイズ推定した。

◆警告音によってアクセルリリースが早く、適切なブレーキ反応が見られた。警告音条件によっては、反応が遅れたり急ブレーキにつながる可能性が示された。



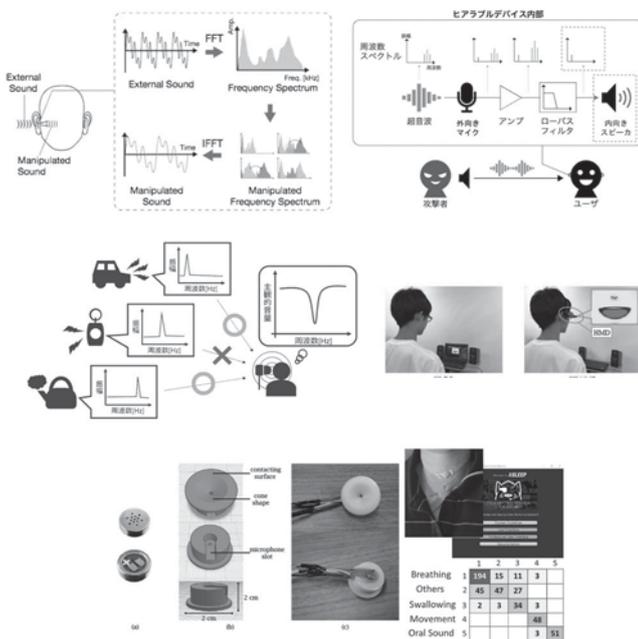
2-10-2

2-10-2 ウェアラブルで活きる音響フィードバック その2

Designing Effective Auditory Feedback for Wearable Computing: Part 2

○寺田 努(神戸大)

本講演では、ウェアラブルコンピューティング環境における音の利用技術や応用事例について講演者らの取組みを解説します。



2-10-1

2-10-1 ウェアラブルで活きる音響フィードバック その1

Designing Effective Auditory Feedback for Wearable Computing: Part 1

○寺田 努(神戸大)

本講演では、音響フィードバックを用いてスポーツ支援や技術習得支援を行う事例について講演者らの取組みを解説します。



2-10-3

2-10-3 スポーツ観戦者が叫ぶ“ヤバい”の正体 —スポーツ観戦における多義的感情表現をムードメーターで可視化する試み—

Decoding “Yabai”: Visualizing Polysemous Emotional Expressions in Sports Spectatorship with the Mood Meter

○久永将太(神戸親和大学), 浅野恵子(順天堂大学)

◆スポーツ観戦時に発せられる多義的感情表現“ヤバい”を対象に、大学生98名にムードメーターを用いた感情ゾーン選択調査を実施した。

◆“ヤバい”はポジティブ感情では快高エネルギー(黄色)、ネガティブ感情では不快ゾーン(赤・青)に大きく分布し、文脈によって意味が揺れ動く表現であることが確認された。

◆「ドキドキ」や「恐ろしい」などの感情では、感情ゾーンの分布が分かれ、個人差や状況の違いが“ヤバい”の使い方に影響を与えることが示された。

◆性別による選択傾向の差異も一部で有意に確認され、特にネガティブ感情におけるエネルギーの捉え方に男女差が見られた。

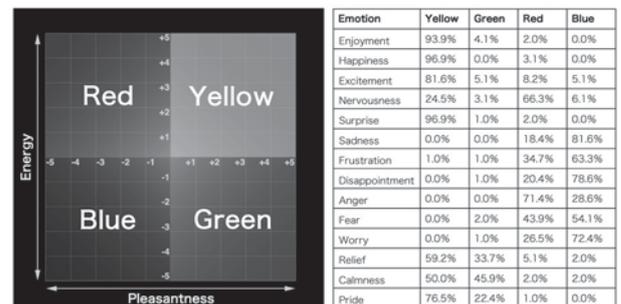


Fig. and Table: Summary of Each Emotion and Corresponding Mood Meter Zones.

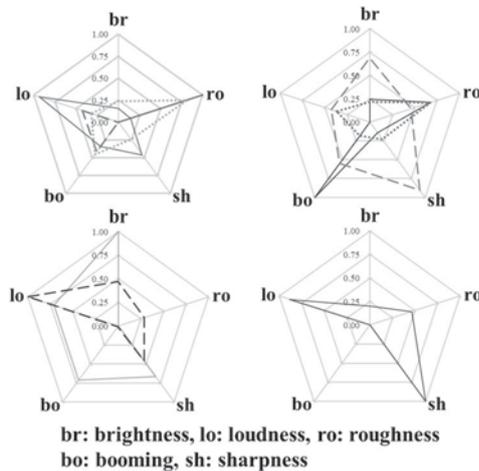
2-10-4

2-10-4 野球用非木製バットの音質評価と
高校野球選手による選好評価

Evaluations on the Timbral Characteristics of Nonwood Baseball Bats and the Preferences by High School Players

☆山田 駿, 内藤 光平(神奈川工科大), 三浦 貴大(産総研), 田中 哲雄, 上田 麻理(神奈川工科大)

◆本研究では、複数種類の野球用非木製バットの音質評価と高校野球選手による打球音の選好評価実験を行った。



br: brightness, lo: loudness, ro: roughness
bo: booming, sh: sharpness

Fig. Sound quality metrics for nonwood bats

2-10-5

2-10-5 バレーボール指導における
聴覚情報フィードバックの活用可能性
-ブロック音に着目して-

The Potential of Auditory Feedback in Volleyball Coaching: Focusing on Blocking Sounds

☆塚田 博仁, 山田 駿, 内藤 光平(神奈川工科大学), 三浦 貴大(産総研), 田中 哲雄, 上田 麻理(神奈川工科大学)

◆本研究では、バレーボールにおけるブロック動作をする上でブロック音などの聴覚情報が指導に有効であるかを検討した。

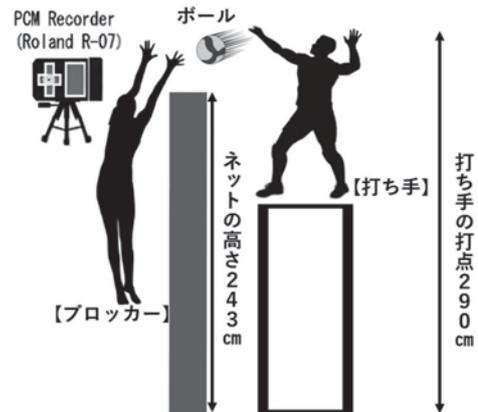


Fig. 収録の様子

2-10-6

2-10-6 フラメンコ舞踊時の発生音に関する
基礎的検討その1

Fundamental study of sounds generated during flamenco dance, part 1. Acoustic analysis of sound utilisation and Zapateado.

☆木村美咲(神奈川工科大), △干場かおり(スタジオ Fuente), 三浦貴大(産総研), 田中哲雄, 上田麻理(神奈川工科大)

- ◆フラメンコ(Flamenco)舞踊に関する研究はこれまで、生体力学的視点からの研究のみである。
- ◆フラメンコと音・聴覚に関する系統的な研究はほとんどない。
- ◆そこで、筆者らはフラメンコと音・聴覚に関する研究をプロのフラメンコ舞踊家とともに開始した。
- ◆今回は“サパテアード(足音)”に着目した研究を行ったので報告する。

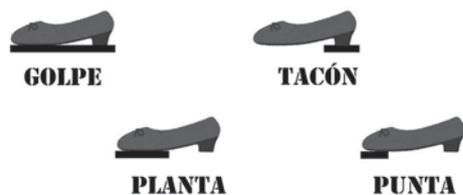


Fig. Types of Zapateado

2-10-7

2-10-7 FPS ゲームにおける聴覚情報活用に関する
検討その5

-聴覚トレーニングの難易度の検討と評価-

A study on the use of auditory information in FPS games Part 5: Examining and Evaluating the Difficulty of Auditory Training

☆越水瑛怜(神奈川工科大), 三浦貴大(産総研), 塩川茂樹, 上田麻理(神奈川工科大)

◆本研究では、FPS ゲーム VALORANT を対象に、キャラクターの足音の分析と、聴覚トレーニング実験を実施した。

キャラクター名
1.Astra 2.Breach 3.Brimstone 4.Chamber 5.Clove 6.Cypher
7.Deadlock 8.Fade 9.Gekko 10.Harbor 11.Iso 12.Jett 13.KAY/O
14.Killjoy 15.Neon 16.Omen 17.Phoenix 18.Raze 19.Reyna
20.Sage 21.Skye 22.Sova 23.Tejo 24.Viper 25.Vyse 26.Waylay
27.Yoru

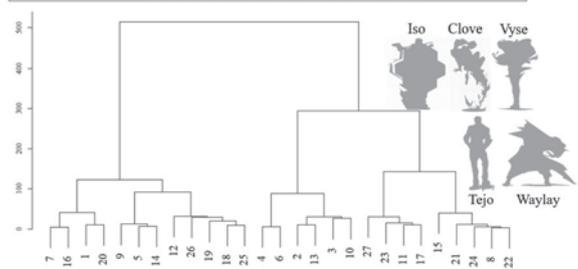


Fig. 1 Dendrogram of all characters of the FPS game "VALORANT"

2-10-8

2-10-8 小学生バスケットボールの練習時におけるコミュニケーションの難しさに関する研究 —アンケート調査による主観評価と音響シミュレーションによる STI 評価の試み—

A study on communication difficulties during elementary school basketball practice -Subjective evaluation through questionnaire surveys and an attempted STI evaluation using acoustic simulation-

☆田中成寛, 森淳一, 土屋健伸(神奈川大), 朝倉巧(東京理科大), 森長誠(大同大), 川瀬康彰(成田空港振興協会)

- ◆ミニバスケットボールが行われる体育館では残響時間が長くプレイ中の音や声援によって、コーチの指示が選手に伝わらないことが懸念される。そこで本研究では、ミニバスにおける練習中の音環境の実態を明らかにするために、選手およびコーチを対象としたアンケート調査、実際の練習時における音環境測定、そして幾何音響シミュレーションによる選手位置における音声明瞭度(STI)の予測を統合的に実施した。
- ◆本研究ではバスケットボールの練習を「講習」「ボールなし」「ボールあり」「試合形式」「習熟度別」の5つにカテゴリーに分け種々の測定を行った。
- ◆アンケート調査では聞こえ方に関して「よく聞こえる」から「聞こえない」の4段階で調査した。その結果、「ボールあり」「試合形式」で聞こえないと回答する割合が顕著に増加し、カテゴリー間での有意差が認められた。
- ◆STIの予測では体育館の構造モデルを作成し、音響シミュレーションソフトを用いて測定を行った。その結果「講習」のSTIが0.5、それ以外のカテゴリーでは0.1以下と著しく低い結果となった。
- ◆練習内容によって音響的伝達環境が大きく異なり、特にボール使用時や試合形式の練習時には、指導の伝達が著しく困難になることが示唆された。

2-11-2

2-11-2 超音波照射による線虫の酸化ストレス耐性獲得メカニズムに関する研究

Induction of oxidative stress tolerance by ultrasound irradiation extends the lifespan of *C. elegans*

○丹羽良介, 市川寛, 秋山いわき

(同志社大学大学院 生命医学研究科)

(背景) 老化に関連する疾患を予防するためには、体内の抗酸化力を高く維持することが不可欠である。我々の以前の研究で、ラットに超音波(US)を照射すると血液中の活性酸素種(ROS)消去活性が上昇することが確認された。本研究では、*C. elegans*の寿命に及ぼすUS照射の影響を酸化ストレスの観点から検討した。

(方法) US照射には線虫野生型N2株の培養液を用い、周波数2MHzの平面発振器から70mmの距離に細胞培養ディッシュを置いた。照射条件としては、照射時間、音圧、照射周波数を検討した。線虫の抗酸化能を測定するため、対照群と超音波照射群から凍結試料を調製した。その後、ESRスピントラップ法を用いて、6種類の活性酸素種それぞれの消去活性を評価した

(結果) 0.21W/cm²と0.42W/cm²の超音波を1分間照射したところ、有意に寿命が延長し、0.42W/cm²の超音波を5分間照射したところ、同様の結果が得られた。さらに、複数回の照射により寿命はさらに延長した。超音波照射は、活性酸素消去活性(特に一重項酸素、ヒドロキシラジカル、スーパーオキシド)を著しく増加させた。

(結論) 中程度の超音波照射は、酸化ストレスに対する抵抗性を誘導することにより、線虫の平均寿命を有意に延長する。

2-11-1

2-11-1 ラット後肢テーピングモデルを用いた廃用性筋萎縮に対する超音波照射の予防効果の検討

Using ultrasound irradiation prevents disuse muscle atrophy in rats with a hindlimb taping model

○丹羽良介, 市川寛, 秋山いわき

(同志社大学大学院 生命医学研究科)

(背景) サルコペニアと酸化ストレスとの関連は以前から指摘されており、抗酸化食品などの予防法が試みられているが、未だ有効な方法は確立されていない。ところで、我々の先行研究では、ラットに超音波(US)を照射することにより、生体の活性酸素種(ROS)消去活性が上昇することを確認している。本研究では、腹部US照射により全身の抗酸化能の向上することで筋萎縮予防可能かを、ラット後肢Tapingモデルを用いて検討した。

(方法) ラットをCLT群、右後肢Taping群(T群)、US照射群、US+Tapingモデル群(UST群)の4群に分け2週間飼育した。US照射は安全基準の半分以下の強度(ISPTA=0.11W/cm²)で2日に一度照射時間1minとした。後肢の周囲径と筋重量、さらに血漿中のROS消去活性を測定した。

(結果) UST群ではT群に比べて筋重量が増加し、周囲径の減少も抑制された。血漿内OH・消去活性は、C群と比較してUS群UST群とも上昇した。

(結論) US照射は、筋萎縮部位ではなく体表の一部に照射することにより抗酸化能を誘導でき、サルコペニアは予防可能である。

2-11-3

2-11-3 強力集束超音波照射の入射波および複数の反射波の干渉による音場の光学測定

Optical measurement of acoustic field formed by interference of incident and multiply reflected waves during high-intensity focused ultrasound exposure

☆小野佑真(東北大院・医工学研), 森翔平(東北大院・工学研),

吉澤晋(東北大院・工学研/ノニア・セラピューティクス)

- ◆本研究では強力集束超音波により焦点に発生したキャビテーション気泡とトランスデューサ表面での2回の反射による反射波と入射波の干渉音場を評価することを目的としている。
- ◆焦点領域での反射位置を変える(超音波伝播方向z=1.2mm, 1.5mm)ことにより変化させた干渉音場の圧力分布をマイクロホン測定と光学的手法の一つであるシャドウグラフ法により計測した。
- ◆シャドウグラフ法により、再フォーカス現象による4段階の圧力変化を捉えることができた。
- ◆今後の展望は、再フォーカス現象による波形変化や焦点位置を解析することで高音圧時の現象の解析が挙げられる。

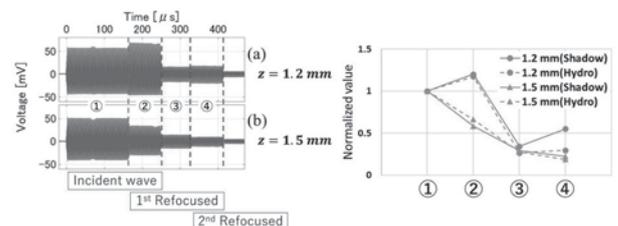


Fig. 1(Left) Hydrophone measurement
Fig. 2(Right) Comparison of Shadowgraph method and Hydrophone measurement

2-11-4

2-11-4 集束超音波照射時のナノバブルの放出音圧スペクトルに対する照射周波数と音圧の影響

Effect of frequency and acoustic pressure on the spectrum of scattered signal from nanobubbles exposed to focused ultrasound

☆矢口遥太¹, 森翔平², △岡本英之³, △高橋葉子³, △根岸洋一³, 吉澤晋^{2,1}
1 東北大・医工学研 2 東北大・工学研 3 東京薬科大・薬学部

- ◆マイクロバブルは医用超音波診断分野において活用されており、その振動挙動は広く研究されている。一方、ナノバブルは光学的観察が困難で、物理的・音響的なダイナミクスの詳細は未解明である。
- ◆本研究では、ナノバブルに様々な周波数の集束超音波を照射し、その照射中に生じる散乱波を用いてナノバブルの非線形的な応答や崩壊現象に伴う放出音圧の特徴を解析した。
- ◆Fig. 1 に各周波数の集束超音波を照射した際の、広帯域ノイズが明らかに観測された音圧におけるスペクトルを示す。どの駆動周波数においても、音圧が上昇すると広帯域ノイズが顕著となる傾向がみられ、気泡の崩壊が示唆された。これらの圧力閾値をメカニカルインデックス (MI) に換算すると、1.6, 1.0, 0.3 となり、低周波で照射することによって一周期あたりのエネルギーがより低い状態で気泡を崩壊させることができると考えられる。

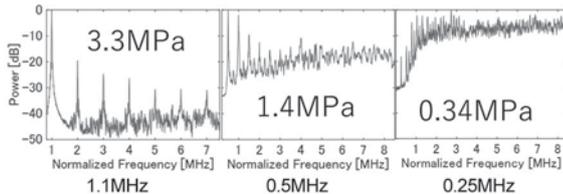


Fig.1: Spectrum at sound pressure where broadband noise is prominent

2-11-6

2-11-6 金属 3D プリント部材の異方性弾性テンソル推定 —超音波振動工具のトポロジー最適化(8)—

Anisotropic elastic tensor estimation of metal 3D printed member —Topology optimization of large ultrasonic tools (8)—

○和田有司, 中村健太郎 (東工大・未来研)

- ◆超音波振動工具のトポロジー最適化を検討している。
- ◆複雑な三次元形状を有するトポロジー最適化の結果を造形する方法の一つとして、金属 3D プリンターが注目されているが、造形結果の解析や最適化に必要な異方性弾性テンソルの報告は少ない。
- ◆Fig. 1 のような切削材および造形方向の異なる SUS316L による試験体を作製し、Fig. 2 の縦振動モードの縦と横のひずみ量測定からポアソン比を、ねじり振動モード周波数から横弾性率を推定する。
- ◆造形方向を z 軸としたとき、造形材は縦弾性率(E_x, E_z)=(193, 179) GPa、ポアソン比 (ν_{xy}, ν_{xz})=(0.238, 0.298)、横弾性率 (G_{xy}, G_{xz})=(61.8, 77.5) GPa の弾性率を有することが推定された。
- ◆推定結果の妥当性の検討のために曲げ振動モードの周波数を比較した結果、平均で 1.1%以下の誤差で予測が可能であった。

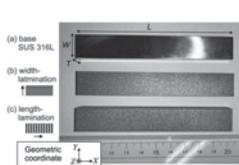


Fig.1: Photograph of the base and 3D printed test pieces.

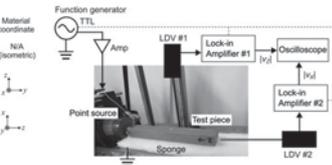


Fig. 2: Measurement setup of Poisson's ratio.

2-11-5

2-11-5 気泡援用超音波加熱における気泡生成パルス照射位置が加熱凝固領域に与える影響

Effect of focused position of bubble generation pulse on thermal coagulated region in bubble-utilized ultrasonic heating

☆末田智己(東北大院・医工学研), 森翔平, 吉澤晋(東北大院・工学研)

- ◆気泡援用超音波加熱治療で用いられる気泡の生成領域を意図的に変化させ、加熱凝固領域に与える影響を評価することを目的とする。
- ◆気泡生成パルスの照射位置を HIFU 伝播方向に幾何焦点から 0 mm, 4 mm の位置に設定し、超音波イメージングで取得した超音波信号の振幅にフレーム方向の差分をとって二乗することで取得した気泡強調画像と、加熱凝固領域の比較を行った。
- ◆気泡生成パルスの照射位置を変化させた際の気泡が生成している領域は変化したが生、加熱凝固領域に大きな変化が見られなかった。

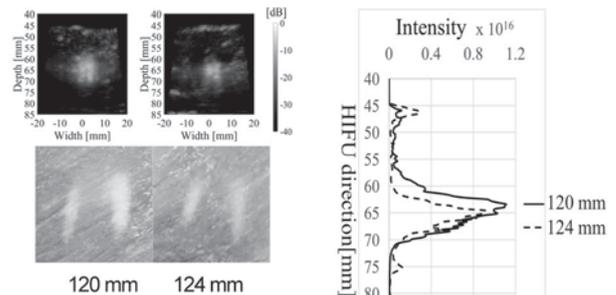


Fig. 1: Bubble region and thermal coagulated region

Fig. 2: Changes in bubble region

2-11-7

2-11-7 液滴の超音波浮揚における 2 次元ビームフォーミングの移動速度の影響

Effect of velocity of 2D beamforming on ultrasonic levitation of droplet.

☆成田憲一(愛工大院), 畑中信一(宇都宮大), 鎌倉友男(電通大), 豊田昌弘, 小塚晃透(愛工大)

- ◆超音波振動子を上下に各 36 個配置した凹面音源を 4 つ対向させた定在波音場実験装置を作り液滴の超音波浮揚の実験をおこなった(Fig. 1).
- ◆ファンクションジェネレータをプログラムによって操作して位相差を作り、音場を連続的に 2 軸同時に変化させた。
- ◆Fig. 2 左下のように、水滴は 2 次元移動をした。

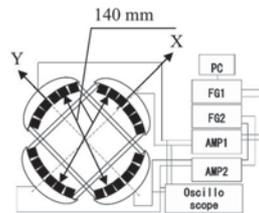


Fig. 1 Experimental equipment.

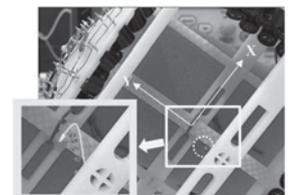


Fig. 2 Movement of droplet.

2-11-8

2-11-8 凹面型超音波振動子アレイによる物体搬送

Object transportation by concave ultrasound transducer arrays

☆丸目勝斗(愛工大院)、畑中信一(宇都宮大)

鎌倉友男(電通大)、小塚晃透(愛工大)

- ◆凹面型のフレームに多数の小型超音波振動子をアレイ状に設置し、この音源を机面に向けてることにより定在波音場を発生させ、物体の浮揚・搬送への影響を比較・検討した。
- ◆音源の形状(曲率半径・振動子数など)を変更し各条件下の浮揚・搬送性能を比較・評価した。浮揚に用いた物体は金属製ワッシャである。
- ◆振動子が多い音源では高い電圧において浮揚が確認できた。また、曲率半径と開口径が小さい音源でも、前記音源より低い電圧で浮揚が可能であった。
- ◆物体に作用する音響放射力を調べるため、物体の位置を推定・設置し、音圧分布のシミュレーションを行った。結果を Fig. 1 に示す。
- ◆シミュレーションの結果、物体の上方の音圧が下方より高く、浮揚を支える力が作用していると考えられる。

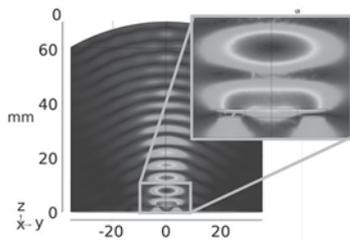


Fig. 1: Simulated sound pressure distribution with a metal washer inserted at the trapping position.

2-11-10

2-11-10 積層圧電アクチュエータを用いた広帯域超音波音源の開発

-アルミニウムフィルムを貼付した超音波音源の検討-

Development of a wideband ultrasonic sound source using a multilayered piezoelectric actuator

-Study of an ultrasonic sound source with an aluminum film attached-

☆高橋晴輝, 三浦 光, 浅見拓哉(日大・理工)

- ◆本研究では、空中超音波による非接触での非破壊試験の欠陥検出精度の向上を図り、空中超音波をチャープ波として発振させるために広帯域で駆動可能な超音波音源の開発を検討している。
- ◆Fig. 1 は本検討で作製した超音波音源の概要である。積層圧電アクチュエータに音波放射のための振動板としてアルミニウムフィルムを接着した構造である。本検討では本音源の各種特性について、実験による検討を行った。
- ◆その結果、振動特性では中央部が最も大きく振動するモードが確認された。放射音波では正面方向で最大音圧を示し、サイドローブのない指向性が得られた。放射音波の周波数特性では共振周波数において最大音圧を示し、半値帯域はおおよそ 6.6 kHz であることが確認された。

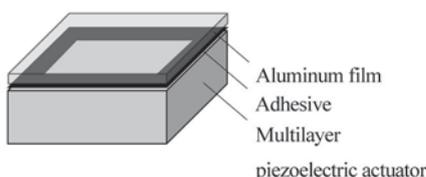


Fig. 1 Ultrasonic sound source.

2-11-9

2-11-9 4 mm 角の放射面を有する 40 kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子の開発

-振動子から放射される音波の検討-

Development of bolt-clamped Langevin type transducer for 40 kHz with 4 mm square emitting surface

-Consideration of sound waves emitted from the transducer-

☆塚本悠介, 三浦 光, 浅見拓哉(日大・理工)

- ◆本報告では、開発している振動子の特性として、振動子の振動特性及び振動子から放射される音波の指向性の検討について報告する。
- ◆振動子は 4 mm 角柱の中心部分付近にネジを用いて圧電素子を固定したような構造となっている。この振動子を用い、側面からの音波放射を妨げるためのエンクロージャが有りの場合における角度に対する音圧の測定を行った。Fig. 1 はその測定結果である。図の横軸は振動面の正面方向を 0° としたときの角度、縦軸は角度が 0° のときの音圧を 1 として規格化した音圧である。図より、音圧の最大値は 0° 付近で測定され、音圧の放射パターンはほぼ単一指向性となった。

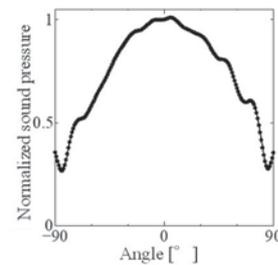


Fig. 1 Sound waves emitted with enclosure

2-P-1

2-P-1 平面スピーカを用いたマルチスポット再生

Multi-spot sound reproduction using panel loudspeaker

☆真下人和, 貝塚勉(工学院大)

- ◆建築物の壁や機械製品の筐体などの面にアクチュエータを貼り付け、その面を振動させ音を放射する平面スピーカを構築することで、意匠性を保ちつつ、音響再生機能を実現することができる。
- ◆平面スピーカに多点音圧制御を適用し、マルチスポット再生を実現する。周囲への音漏れを抑えつつ、離れた 2 つの場所に音を届ける。
- ◆上記の制御を行った時の音圧分布を示す。

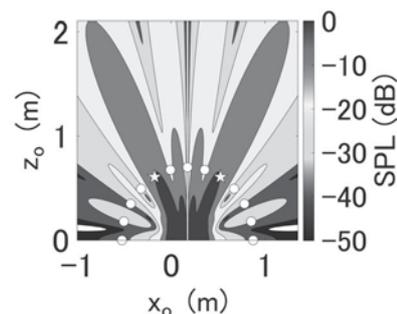


Fig. SPL distribution generated by a panel loudspeaker.

2-P-2

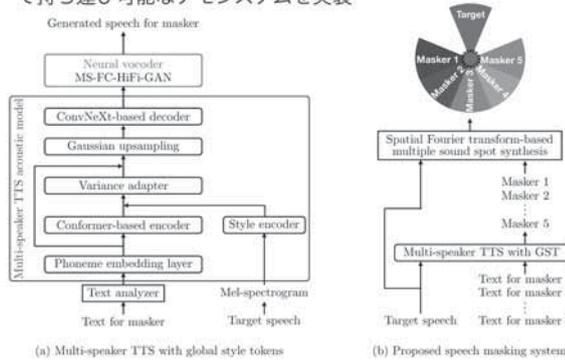
2-P-2 テキスト音声合成型マスクを用いた局所再生

Localized sound zone synthesis using maskers generated by text-to-speech

○岡本拓磨(情報通信研究機構)

Q: 「スピーチマスキングにおいて、目的方向以外には目的話者と同じ声質かつ意味のあるマスクを再生したいのですが」
オカモト: 「それならこれで!!」

- ・複数話者テキスト音声合成を用いて目的話者と同じ声質かつ意味のあるマスクを生成
- ・マルチスポット再生によりマスクを別々の方向へ提示
- ・16チャンネル円形スピーカアレイを用いつりゃくサック1つで持ち運び可能なデモシステムを実装



ポスター会場にて実機を用いた実演デモあり

2-P-4

2-P-4 少数マイクロホンによる深層学習に基づく Mode Matching 法を用いた 3次元音場再現

Three dimensional sound field reproduction using mode matching based on deep learning with limited number of microphones

☆川瀬敬子, 佐藤元, 津國和泉, 池田雄介(東京電機大)

◆研究背景

- Mode Matching 法 (MM 法) では、球面調和関数の展開係数の最大次数に応じた多数のマイクロホンが必要

◆提案手法

- 深層学習を用いて少数のマイクロホンによる MM 法を提案
- マイクロホン信号から高次の球面調和関数の展開係数を推定しスピーカの駆動関数を決定

◆シミュレーション実験

- N=6 におけるマイクロホン 36 本を用いて N=8 における球面調和関数の展開係数を推定して音場を再現
- 提案手法によって限られた数のマイクロホンでより広範囲での音場再現が可能

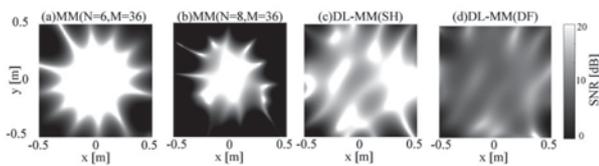


Fig.1: Comparison of SNR maps by the conventional MM and DL-MM (proposed method) at 750Hz

2-P-3

2-P-3 等価音源法に基づく Pressure Matching 法を用いた反射音を利用した直線アレイによる音場再現

Sound field reproduction using reflected sounds and linear arrays by pressure matching based on equivalent source method

☆青山大輝, 小畑悠矢, 津國和泉, 池田雄介(東京電機大)

◆背景

- 多数のスピーカによる PM 法は実装が困難
- 壁面の反射を利用し直線スピーカアレイを用いた PM 法によってスピーカ数の低減を目指す

◆提案手法

- スパース等価音源法と虚像法でスピーカの伝達関数をモデル化

◆シミュレーション実験

- 16 ch の直線スピーカアレイを用いて平面波を再現
- 反射音の利用によってスピーカが存在しない方向からの波面の再現精度が向上

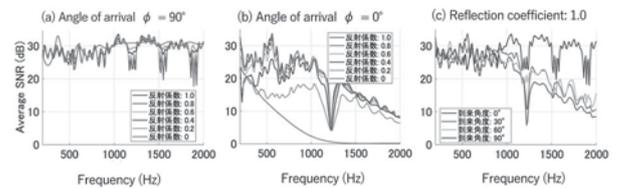


Fig.1: Average SNR in the reproduced area

2-P-5

2-P-5 物理制約付き 3D Gaussian Splatting による光学的音響計測のための 3次元音場復元

Volumetric reconstruction for optically measured sound field using physics-constrained 3D Gaussian splatting

○谷川理佐子(NTT/早大理工), 石川憲治, 原田登, 大石康智(NTT), 及川靖広(早大理工)

➢ 光学的音響計測

- 非接触に音場の計測が可能だが測定値が音圧の線積分値
→ 三次元上の音圧分布の取得には復元処理が必要

➢ 従来の三次元復元手法: 物理モデルに基づく復元

- 音場を基底関数の線形結合で表し係数を最適化することで高い復元精度を実現
- ✓ 音場の特性に適して基底関数を選択する必要あり

➢ 提案手法: 3D Gaussian Splatting を用いた三次元復元手法

- 複数のガウシアンカーネルで音場を表現、位置大きさを最適化
- 物理制約を用いることで復元精度が向上

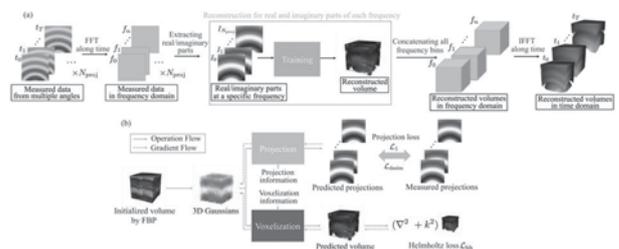


Fig. 1: Conceptual diagram. (a) Processing flow of the proposed method. (b) Optimization framework using 3D Gaussian Splatting.

2-P-6

2-P-6 オブジェクトベース音響における動画像に基づく音響メタデータ設計のための深度方向に対する音像定位の評価

Evaluation of sound image localization in depth direction for acoustic metadata design based on video in object-based audio

☆加藤昂 (立命館大院), 中山雅人, 西浦敬信 (立命館大), 添田喜治 (産総研)

- ◆ オブジェクトベース音響は、マルチチャンネル音響の再生方式であり、再生空間内の座標情報を用いて、指定した位置に音像を構築することができる。
- ◆ しかし、音像位置は音響コンテンツ制作者が手作業で指定する必要があり、特に、長編映画や音像の数が多し作品の場合、制作時の負担が増加するという課題がある。
- ◆ 提案手法(Fig. 1)では、動画像からオブジェクトの位置に基づいて音像を構築することで制作者の負担を軽減する。
- ◆ 提案手法を用いて構築した音像の定位精度を確認するために、主観評価実験を実施した。その結果、動画像と一致度が高い音像を提示するための深度方向における音像移動範囲を確認した。

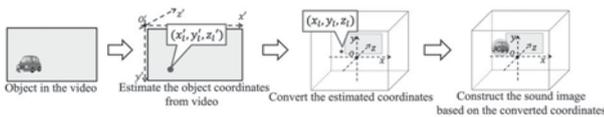


Fig. 1: Overview of the proposed method

2-P-8

2-P-8 複数の 3D スキャンシステムを用いた高空間分解能 HRTF/HRIR の比較解析

Comparative analysis of high-spatial resolution HRTFs/HRIRs using multiple 3D scanning systems

☆小山瑠生, 草野翼, 込孫暢, 大久保寛 (都立大)

- ◆ 頭部伝達関数 (HRTF) を取得するには、無響室での物理計測や、高価格な業務用 3D スキャナと数値計算との併用が必要であり、多大な時間とコストを要する。
- ◆ 本研究では、モバイルデバイスに搭載されている 3D スキャンシステムの実用可能性について評価をするため、高空間分解能評価グリッドを用いた数値計算を行った (Fig.1)。
- ◆ さらに、頭部インパルス応答 (HRIR) の時間構造がスペクトルの特徴形成に与える影響を直感的に解明するため、時間累積 HRTF スペクトル (Fig.2) を提案する。
- ◆ Fig.2 より、HRTF の主要なスペクトルノッチが、HRIR の異なる時間領域の成分に起因することが分かった。

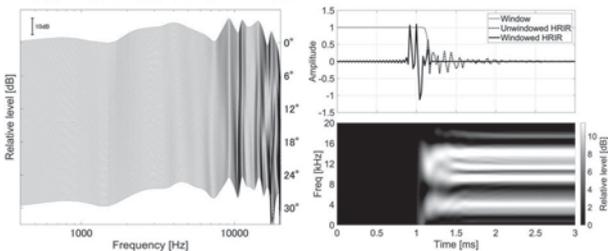


Fig. 1: High-spatial-resolution HRTFs (horizontal plane, from 0° to 30° azimuth at a 0.3° resolution).

Fig. 2: Time-cumulative HRTF spectrum of the left-ear for a frontal source (t = 1.2 ms).

2-P-7

2-P-7 パラメトリック・動電型スピーカアレーを用いた波面合成による距離非依存音像制御

Distance-independent sound image control based on wave field synthesis using arrays of parametric array loudspeakers and electro-dynamic loudspeakers.

☆山崎拓海 (立命館大院), 歌毓庭, 中山雅人, 西浦敬信 (立命館大)

- ◆ 本研究では、スピーカアレーの前方および後方に仮想音源を構築し、特に前方領域における距離知覚の精度向上を目的とし、動電型スピーカ (Electro-Dynamic Loudspeaker: EDL) アレーとパラメトリックスピーカ (Parametric Array Loudspeaker: PAL) アレーを用いた波面合成に基づく仮想音源の距離制御手法を提案する (Fig.1)。
- ◆ 提案手法では、EDL と PAL の出力に対して、聴覚的な距離の手がかりである直間比に基づく距離の重みづけを行うことで、仮想音源の距離を制御する。駆動関数設計手法については Spectral division method を用いた。
- ◆ 提案手法を用いて、波面形成に関する客観評価実験、直間比に関する客観評価実験を行い、提案手法の有効性を確認した。

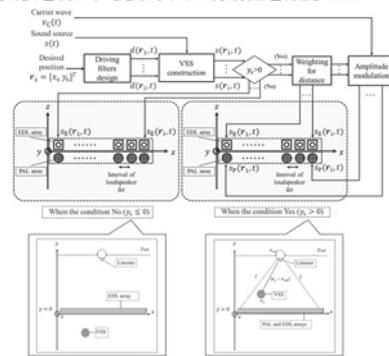


Fig.1: Overview of the proposed method

2-P-9

2-P-9 時間再割り当て synchrosqueezing 変換を用いた頭部インパルス応答の時間周波数解析

Time-frequency analysis of head-related impulse responses using time-reassigned synchrosqueezing transform

◎草野翼, 小山瑠生, 大久保寛 (都立大)

- ◆ 頭部インパルス応答 (HRIR) の詳細な理解は聴覚における方向知覚メカニズムの解明や高精度なバイノーラル音場再現に不可欠である。
- ◆ HRIR は主に時間領域・周波数領域で解析されてきたが、両耳間時間差の周波数依存性など、時間周波数領域での特徴を方向知覚の手がかりとしている可能性もある。
- ◆ 短時間 Fourier 変換 (STFT) のような線形な時間周波数解析では時間と周波数の不確実性が生じ、短時間信号である HRIR の解析には適していない。
- ◆ 本研究では 2 次時間再割り当て synchrosqueezing 変換 (TSST) を用いて HRIR の時間周波数解析を行い、周波数毎に異なる時間応答が可視化されることを確認した (Fig. 1)。

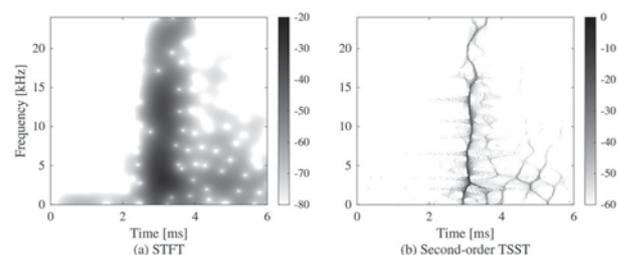


Fig. 1 Time-frequency representations of HRIR obtained by (a) short-time Fourier transform and (b) second-order time-reassigned synchrosqueezing transform.

2-P-10

2-P-10 仮想現実空間におけるリアルタイム音場再現を目指した高速な畳み込みの実装と評価

Implementation and Evaluation of Fast Convolution Towards Real-Time Sound Field Reproduction in Virtual Reality System

☆松林幸希, 植野夏樹(熊本大学 大学院自然科学教育部)

- ◆VR空間において音場を再現する手法としてはバイノーラルレンダリングが研究されているが、一連の処理はFIRフィルタで記述でき、多数の畳み込み計算が必要となる。
- ◆そこで本研究では、図1で示す模式図のようなVR空間で音場再現することを目標とし、高速フーリエ変換とOverlap-Add法を用いて畳み込みの計算を高速化し、Unity上で実装と評価を行う。
- ◆実験では時間領域と周波数領域の処理時間やスループットを比較し、FFTによる高速化が有効であることを示した。
- ◆一方実装には音飛びや乱れが生じるといった課題が残っており、今後はマルチチャネルの音源を使用した畳み込みの実装やスレッド管理の改善を進める。

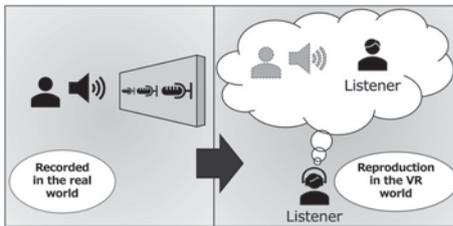


Fig.1: Schematic diagram of sound field reproduction technology in VR space.

2-P-12

2-P-12 測定位置誤差を考慮した物理法則を用いた深層学習による2次元室内インパルス応答推定

Estimation of two-dimensional room impulse responses using physics-informed neural networks considering measurement position errors.

☆森本晴香, 倉田駿, 佐藤元, 津園和泉, 池田雄介(東京電機大)

- ◆背景
 - 近年、物理法則を用いた深層学習(PINNs)を活用した音場推定手法が提案されている。
 - 測定点に位置誤差が含まれると、推定精度が低下する問題がある。
- ◆提案手法
 - 損失関数の波動方程式項と推定誤差を用い、測定位置誤差の方向を予測する。
- ◆シミュレーション実験
 - マイクロホンを±x, ±y方向のそれぞれに移動させ、各モデルにおけるそれぞれの波動方程式項とNMSEを用いて比較を行った。
 - 実際に測定した座標方向(+x方向)に移動させたモデルが波動方程式項、NMSE共に最小値を示した。
 - 波動方程式項とNMSEが位置補正に有用であることが分かった。

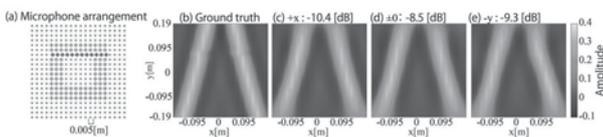


Fig.1:(a):Microphone arrangement, (b):Ground truth, (c)-(e):Sound fields estimated by repositioning the microphones in various directions

2-P-11

2-P-11 テンソル分解とルックアップテーブルによるトランスレーションの高速化

Accelerating translation using tensor decomposition and lookup tables

○松井健太郎(NHK)

- ◆NHKでは、映像と音声のポリュメトリックキャプチャ制作スタジオ設備として、「メタスタジオ」の研究・開発を進めている。前報では、提案する音声制作フローのうち、ヘッドホンによるバイノーラルレンダリング法について報告した。
- ◆このバイノーラルレンダリング法において処理のボトルネックとなるトランスレーションの高速化を検討した。
- ◆トランスレーションはその計算に複数の反復と分岐を含んでおり、バイノーラルレンダリングの処理速度を低下させる要因となっている。Figure 1に示すように、テンソル分解によりこの反復と分岐を解消する。更に、特殊関数の計算をLUT化することによりその計算時間を削減する。
- ◆実験により、指数関数的に増加していた計算時間が、おおよそ次数の2乗に比例した増加量に抑制されることが分かった。

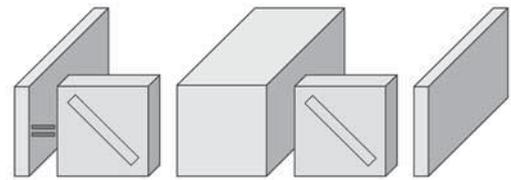


Fig.1: Tensor decomposition of the translation

2-P-13

2-P-13 ノイズに頑健な球アレイ音場収録のための一般化Tikhonov正則化

General-form Tikhonov regularization to enhance the robustness of spherical array recording

○田中達宏, 大谷真(京大)

背景 音場の空間的な収録に球マイクロホンアレイが広く用いられる。しかし、測定された信号の変換処理は特に低周波数においてノイズに脆弱である。

目的 測定信号の球面調和変換の頑健性向上

方法 ノイズの混ざった信号から球面調和係数を求める問題をベイズの方法で定式化。これをさらにTikhonov正則化問題へと変換。測定された信号に含まれるノイズの大きさとアレイの動径関数に基づいて正則化パラメータを決定。

結果 ランダムな平面波音場を対象として、球アレイの測定から音場を復元する数値実験を実施。提案法で選んだ正則化パラメータによって復元範囲がおおむね最大になった(Fig.)。

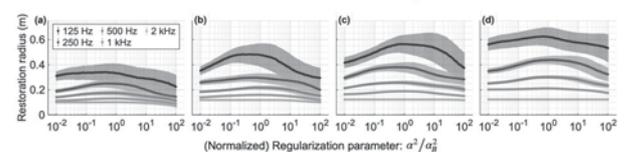


Figure: Radius of restored sound fields calculated for various SNR conditions: (a) 30 dB, (b) 40 dB, (c) 50 dB, and (d) 60 dB. Abscissa denotes Tikhonov regularization parameter normalized by the parameter determined via Bayesian inference. Restoration radius was calculated from the volume of a zone that achieves a restoration error less than -30 dB. Bold lines denote the mean of the restoration radius, and error bars denote the standard deviation of that.

2-P-14

2-P-14 任意形状の3次元音場復元のための 微分可能な等価音源法の検討

A study on differentiable equivalent source method for
3D sound field reconstruction of arbitrary shapes

○石川憲治, 谷川理佐子, 大石康智, 原田登(NTT)

- 音場復元において、等価音源の位置および振幅を自動微分により最適化する微分可能な等価音源法を提案
- ニューラルネットワークで学習した符号付き距離関数を座標損失として導入することで、任意の複雑な形状に対して等価音源の位置を最適化可能
- 散乱音場の復元において従来法を上回る性能を達成

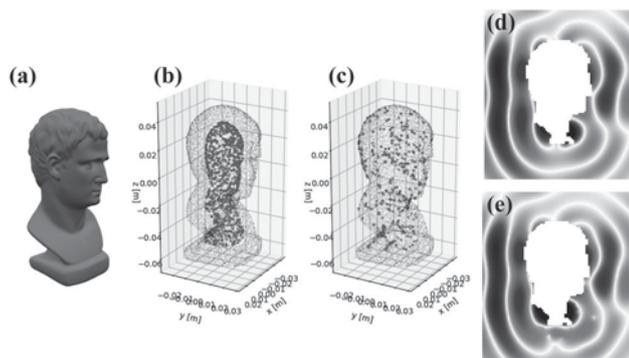


Fig.1 (a) 散乱体の3D形状, (b) 等価音源の初期配置, (c) 最適化後の配置
(d) 正解音場, (e) 提案法による復元音場

2-P-16

2-P-16 2Way スピーカを用いた音響測距に 関する基礎的検討

A Fundamental Study on Acoustic Distance Measurement
Using a 2Way Loudspeaker.

○中迫昇, △佐藤碧哉(近畿大), 中山雅人(立命館大), 上保徹志(近畿大)

- ◆本稿では、位相干渉に基づく音響測距法に着目し、筐体内にウーハおよびツイータといったスピーカ素子を有する2Wayスピーカの周波数特性を活かして、距離推定の可能性を基礎的に検討する。
- ◆2Wayスピーカのウーハおよびツイータをスイッチにより切り替え、ツイータのみON、ウーハのみON、両者同時にONの3条件で、1チャンネルによる音響測距を実施した。
- ◆Fig.1(a), (b)はツイータのみONの場合と、両者ONの観測信号からツイータ帯域を抽出した距離スペクトルを示す。Fig.2はウーハの場合を示す。観測信号を帯域分割することで、ウーハおよびツイータそれぞれによる測距結果とほぼ同等の結果が得られることを確認した。

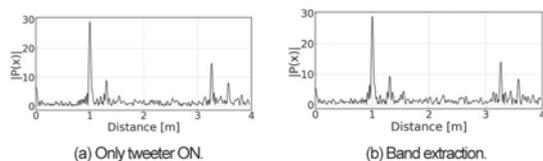


Fig.1: Range spectra using tweeter.

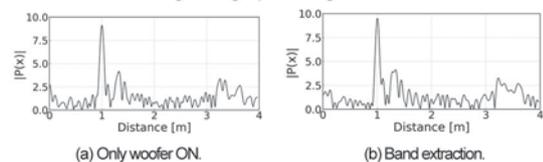


Fig.2: Range spectra using woofer.

2-P-15

2-P-15 非同期録音信号を用いた 等価音源法による定常音場再構成

Reconstruction of stationary and wide-area sound field using
equivalent source method with asynchronous measurements.

◎内田彩芽, 津國和泉, 池田雄介(東京電機大), 及川靖広(早大理工)

◆背景

- 近年、マイクロホンアレイの逐次移動測定によって取得した非同期録音信号を用いた音場再構成手法が提案
- 従来手法ではマイクロホンアレイの移動間隔が大きくなると推定精度が低下するため、依然として測定の労力削減は困難

◆提案

- 少数の非同期信号を用いた広範囲音場再構成を目的とし、非同期録音信号とスパース等価音源法による定常音場再構成手法を提案
- 音源位置や指向性に変化がないことを前提とし、各アレイの測定信号間に線形性が成り立つと仮定して音場をモデル化

◆シミュレーション実験

- 2回の測定で得られた非同期信号から直接音場を再構成
- 提案手法により500Hzにおいて推定領域右側(-2.0 < x < -0.9 m)のSNR平均が9 dB改善

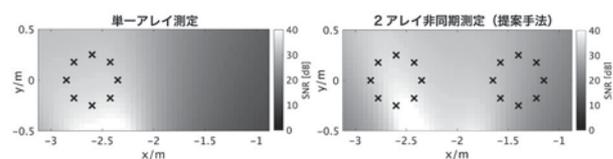


Fig.1: SNR distribution at 500Hz
(The cross mark represents the microphone position.)

2-P-17

2-P-17 球面状配置マイクロホンシステムにより 取得した音源放射特性の再構成

Reconstruction of 3D Sound Source Radiation Characteristics Captured with
Spherical Microphone System

◎大久保翔太, △渡邊良亮, △今野智明, 堀内俊治(KDDI 総合研)

- ◆球面状配置マイクロホンシステムで取得した音源放射特性において、バリセントリック補間、球面調展開(SHE)、およびグラフ信号処理(GSP)の補間手法により再構築し、精度評価を実施した。
- ◆Log Spectral Distance(LSD)を各オクターブバンドにおいて計算し、スペクトル振幅の再現性について評価した。
- ◆内挿域ではバリセントリック補間が125-2000 Hz帯で高い再現性を示し、GSPは2 kHz, 4 kHz帯でバリセントリック補間と同等精度を達成した。外挿域では2 kHz帯でGSPが最小誤差を記録し、4 kHz帯でもSHEに僅差で次ぐ同等精度を示した。
- ◆GSPは2および4 kHz帯で内外挿両域において高精度補間を可能にすることが示唆された。

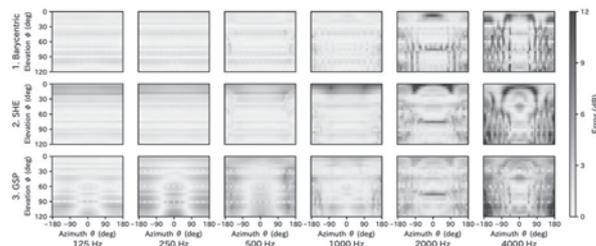


Fig.1: 内挿領域における実測値と各補間手法間の差分マップ

2-P-18

2-P-18 極小領域オーディオスポットを用いたバイノーラル再生に基づく音像定位精度の評価

Evaluation of sound-image localization accuracy based on binaural reproduction using pin-spot audio

☆仲程俊介(立命館大院), 歌毓庭, 中山雅人, 西浦敬信(立命館大)

- ◆従来の動電型スピーカを用いた音像定位制御手法では、動電型スピーカの広い指向特性が起因し、クロストークや室内反射の影響により、音像が不明瞭になるといった問題が挙げられる。
- ◆この問題を解決するため、本研究では、パラメトリックスピーカを用いた分離放射法による極小領域オーディオスポットを受聴者の両耳に形成し、所望の両耳間時間差、両耳間レベル差を再現することによる音像定位制御手法を提案する。
- ◆本稿では、両耳間時間差、両耳間レベル差が定位手がかりとして支配的となる周波数帯域の信号を用いて定位精度を評価する主観評価実験を実施し、提案手法の水平方向への音像定位の有効性を確認した。

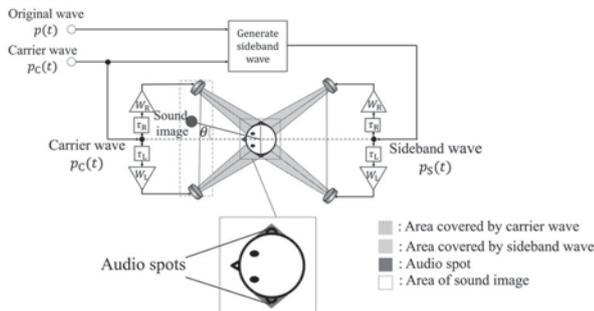


Fig.1: Overview of the proposed method

2-P-20

2-P-20 パラメトリックスピーカを用いた聴覚マスキングの制御に基づくオーディオスポット形成におけるマスクの評価

Evaluation of masker signals in audio-spot formation based on auditory masking using parametric array loudspeakers

☆橋田朋希(立命館大院), 歌毓庭, 中山雅人, 西浦敬信(立命館大)

- ◆本研究では、音声漏洩の抑制されたオーディオスポットを形成することを目的とする。
- ◆マスク信号とアンチマスク信号をそれぞれ音声信号と混合し、異なるパラメトリックスピーカから放射する。アンチマスクを、制御点でマスクを打ち消すように設計することで、制御点では音声聴取を可能とし、制御点外では聴覚マスキングにより音声聴取を妨害する。これにより、音声漏洩の抑制されたオーディオスポットを形成する手法を提案する (Fig.1)。
- ◆実験により、ピンクノイズとヒューマンスピーチライクノイズを用いた場合の音声了解度をそれぞれ評価し、後者でより音声漏洩抑制効果の高いオーディオスポットが形成可能であることを確認した。

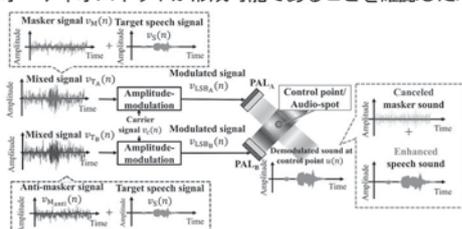


Fig.1: Overview of the proposed method

2-P-19

2-P-19 キャリア波抑圧型両側波帯変調方式および周波数帯域分割を用いた極小領域オーディオスポットの形成と音声漏洩低減

Design of pin-spot audio and speech leakage reduction using double sideband modulation with suppression carrier with sideband division

☆岩上瑞希(立命館大院), 歌毓庭, 中山雅人, 西浦敬信(立命館大)

- ◆パラメトリックスピーカ (Parametric Array Loudspeaker: PAL) を用いた極小領域オーディオスポット形成と音声漏洩低減を両立するため、キャリア波抑圧型両側波帯変調を提案する。
- ◆提案手法では、側帯波を周波数帯域で分割し、分割した帯域を2台のPALに割り当てることで台数の増加を抑えつつ、漏洩低減を図る。各PALが異なる帯域を放射することで、両PALの波が重なる位置でのみ音声再生され、オーディオスポット外では帯域が不完全となり漏洩が抑制されることが期待される。(Fig.1)
- ◆低親密度語の音声を用い、提案手法で形成した極小領域オーディオスポット (Audio spot) と各PAL放射軸上 (Leakage spot A, B) の音声了解度を評価した。その結果、Audio spotでは音声了解度が高く、Leakage spot A, Bでは低くなり、音声漏洩低減の効果を確認した。

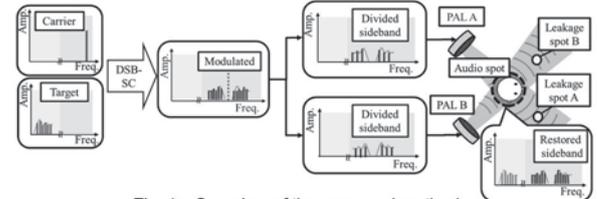


Fig. 1: Overview of the proposed method

2-P-21

2-P-21 条件付き深層学習を用いたスピーカの伝達関数の音場補正における基礎的検討

Fundamental study of sound field compensation for loudspeaker transfer functions using conditional deep learning

☆寺下 逸生テオ, 堀越 光樹, 佐藤 元, 池田 雄介(東京電機大学)

- ◆背景
 - 動的な音場補正手法には計算時間等に課題がある。
 - 近年、条件付きGANを用いた信号処理の高速化が行われている。
- ◆提案手法
 - Pix2Pixアーキテクチャに基づいた深層学習モデルの提案。
- ◆結果
 - 提案手法によって、入力した完全反射の音場から、高い精度で吸音率0.5の音場を推定することが確認できた。
 - 全テストデータの平均SNRが35.6 dB、平均計算時間は0.0012秒であった。

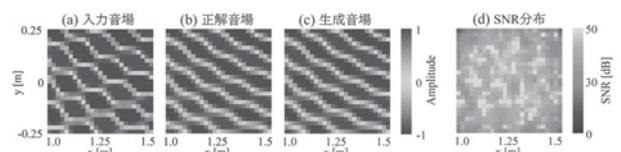


Fig.1: Sound fields and SNR distribution at sound source position (2, 1.4, 0) m. (a):input sound field, (b):ground truth sound field, (c):generated sound field, (d): SNR distribution

2-P-22

2-P-22 骨伝導振動子加振による 葉の音圧周波数特性とヤング率の 経時変化観察

Investigation of temporal changes in Young's modulus and in leaf acoustic characteristics vibrated by bone-conduction unit.

☆仁木さくら, 安藤毅(千葉工大)

- ◆植物葉の水分量減少による厚さや密度、硬さの変化に伴い、音圧周波数特性にも変化が生じる。
- ◆本研究では、骨伝導振動子を用いて葉を加振し、その際の音圧周波数特性から植物の水ストレス状態の評価を行うことを試みている。
- ◆本報告では、音圧周波数特性の実測に加えて、ヤング率などの物理特性の経時変化観察を行い、円形振動板の理論式より算出した固有振動数推移と実測値を比較、検討した。
- ◆物理特性変化から算出された葉の固有振動数推移は、実測値と同様の傾向を示し (Fig. 1)、葉の音圧周波数特性が円形振動板の理論式に沿ったものであることが示された。

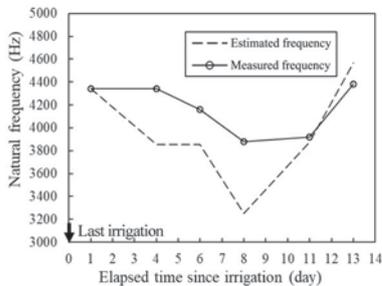


Fig.1: Estimated vs. measured frequency of pothos's leaf.

2-P-24

2-P-24 マウスピース・リード間の 漏光の輝度変化を用いた シングルリード楽器の振動計測に関する検討

Investigation of vibration measurement in single reed instruments using luminance change in light leakage from gap between mouthpiece and reed

☆内川耕輔, 新美智也, 矢田部浩平(農工大)

背景

- リード振動の計測は楽器の物理特性の解明のために重要
→ 実際の演奏での振動計測は困難

提案手法

- マウスピース・リード間の漏光を高速カメラで撮影
→ 光は非接触なため人の演奏に近い状態で計測可能
リード振動によって漏光は変化

計測結果

- 漏光の輝度の時間変化と音の周波数成分に対応がある
- 部位によって基本音と2倍音のパワーの割合が異なる

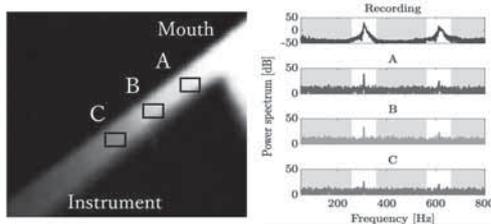


Fig. 1: Light leakage from between a mouthpiece and a reed (left) and power spectrums of luminance change in each area (right).

2-P-23

2-P-23 音楽信号を用いた電子打診の 実用化に向けた検討

Towards the practical application of electronic percussion using musical signals

☆松井希和(山梨大・工), △清水唯衣(山梨大院・総教), 鳥谷輝樹, 小澤賢司(山梨大院・総研)

- ◆打診を誰でも簡単に楽しく実現できるシステム構築を目指し、単位 FVN (Frequency domain variant of Velvet Noise) を使用して生成した音楽信号による身体のインパルス応答計測を行った。
- ◆本研究では、体表面からメロディを有する試験信号を与え、インパルス応答を算出することを電子打診としている。
- ◆単位 FVN を使用して生成した信号を周期的に並べ、音階ごとに信号を生成することでメロディを有した試験信号を実現した。
- ◆本グループの先行研究で電子打診を実現した大型の計測システム(以下旧装置)を小型化し Fig. 1 の新装置を使用して音楽信号とスイープ信号による肝臓のインパルス応答の比較を行った。その結果を Fig. 2 に示す。実線は音楽信号、破線はスイープ信号の結果である。
➢ スイープ信号と音楽信号が概ね一致していることから、新装置でも打診を達成できたとと言える。

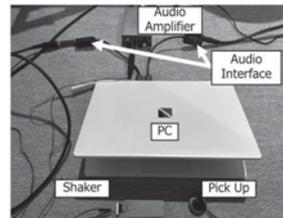


Fig 1: Electronic Percussion System.

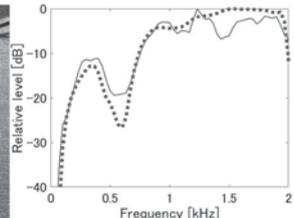


Fig 2: Spectrum of the liver.

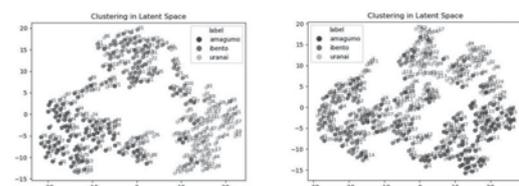
2-P-25

2-P-25 脳内想起音声の分類のための t-SNE を 用いた脳磁図データの外れ値除去

Outlier Removal in MEG Data Using t-SNE for Imagined Speech Classification

☆能勢幸樹, 矢野肇, 滝口哲也(神戸大), 中川誠司(千葉大)

- ◆脳活動データは、画像や音声データと異なり、データの妥当性を確認することは困難である。そこで、次元圧縮手法によりデータを低次元空間に写像し、分布から逸脱したサンプルを外れ値として扱う方法が用いられている。
- ◆本研究では、音声想起時の脳磁図に対し t-SNE 空間に圧縮を行い、外れ値検出・除去を行った。
- ◆さらに、脳磁図に対して電流源推定を行い、得られた電流源の時系列から閾値以下の最大強度をもつ成分をドロップアウトすることでデータ拡張を実施した。この拡張データは、外れ値分類器の事前学習に利用した。
- ◆実験の結果、電流源空間でのデータ拡張を伴う外れ値除去が、分類精度の向上に特に有効であることが示された。



(a) Subject with well-separated classes (b) Subject with overlapping classes
Fig. 1 Visualization of classwise embeddings in the t-SNE space

2-P-26

2-P-26 Raspberry Pi Pico W を用いた 高速 1bit 信号再生デバイスの開発

Development of high-speed 1-bit signal audio device
using Raspberry Pi Pico W

☆林田 怜也, 坂口 智弘, 及川 靖広 (早大理工)

◆三次元音場生成のためのスピーカアレイの再構築に向けた取り組みとして、Raspberry Pi Pico W を用いた高速 1bit 信号再生デバイスを開発した。このシステムの情報公開により誰もが高速 1bit オーディオを扱える環境を整えることを目的とする。

◆アナログ信号として扱える高速 1bit 信号を用いることで大規模なスピーカアレイを D/A コンバータやアンプを使わずに実装できる。

◆Fig.1 は本研究で開発したオーディオデバイス。

Fig.2 は音源とデバイスで再生したものをパワースペクトル密度と比較したグラフ。この結果から 30 kHz 付近に量子化雑音が見られたが、実際に音を聞くとノイズは確認されなかったため、この原因については今後検討していく必要がある。

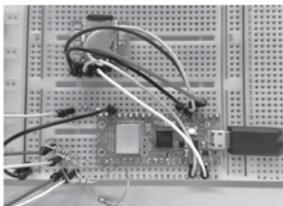


Fig.1: High-speed 1-bit audio device using Raspberry Pi Pico W

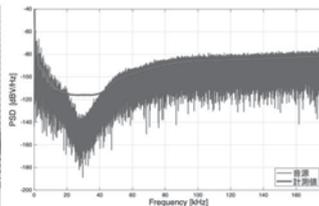


Fig.2: Comparison of power spectral density of the signal played by Raspberry Pi Pico W and the sound source

2-P-28

2-P-28 音色情報の抽出とスペクトログラムの再構成に基づく音高推定モデルに対するハイパーパラメータ最適化を用いた性能評価

Performance Evaluation of a Pitch Estimation Model Based on Timbre Information Extraction and Spectrogram Reconstruction Using Hyperparameter Optimization

☆小倉 真了, 坂野 秀樹, 旭健作 (名城大院・理工学研)

◆先行研究: 音色情報の抽出とスペクトログラムの再構成に基づく多重音高推定モデル (Kawa モデル, Fig. 1)

➢ Timbre Predictor を持たない Cheuk モデルより精度が向上

✦ ただし Note Predictor, Reconstructor の構造も異なる

→本研究: Kawa モデルをベースに似たモデルを作成 (Cheuk-like)

➢ Note Predictor のみのモデル (Only NP) より精度が向上

✦ ただしハイパーパラメータの値が同じ

→本研究: 各モデルに対してハイパーパラメータ最適化を実行

◆結果: Average Precision は Cheuk-like (76.2~79.8%), Only IP (76.5~79.8%) より Kawa モデル (77.0~80.4%) のほうが少し高い

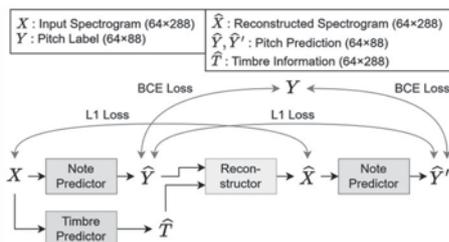


Fig. 1: Model proposed by Kawa et al.

2-P-27

2-P-27 メルスペクトログラムに基づく豚の呼吸器病検知手法の検討

An investigation into the detection of respiratory diseases in pigs using mel-spectrograms

☆神谷 太星 (広島市立大), 石光 俊介,

△湯本 誠司 (広島市立大院), △三上 修, △小川 洋介, △井上 寛暁,

△石田 三佳 (農研機構), △田中 大介 (東北大)

◆豚の呼吸器疾患などの感染症に対する迅速な対応が求められる中、畜産の大規模化で従来の目視や巡回では早期発見が困難となっており、ICT や AI を活用したスマート畜産の導入によって異常検出の精度向上や農家の負担軽減が期待されている。

◆本研究では、接触型の耳標センサーにより豚の体内伝導音を収集し、呼吸器疾患のある豚の早期発見手法を検討した。健康な豚および呼吸器疾患のある豚の体内伝導音をメルスペクトログラムによる解析を行った。また、LSTM オートエンコーダによる異常検知モデルを作成し、その識別精度を評価した。

◆結果として、ほとんどの個体で90%以上の精度で識別可能であった。

◆今後の検討として、一部精度低下の原因を追究する予定である。

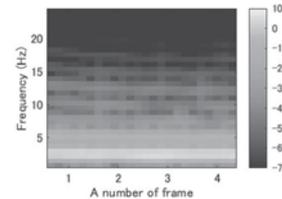


Fig. 1: Mel-Spectrogram of body-conducted sound in a pig

2-P-29

2-P-29 少量データを用いた深層距離学習による楽器推定の初期検討

Fundamental Study on Few-Shot Instrument Classification Using Deep Metric Learning.

☆池田透, 大島風雅, 中山仁史 (広島市大院)

◆楽器音の Few-Shot 分類に深層距離学習を用いたモデルを提案する。

◆楽器の単音源を学習データとし、Prototypical Loss (従来手法) と Triplet Loss (提案手法) を用いたエンコーダで比較実験を実施した。

◆実験結果から、プロトタイプ作成時に用いるショット数が少ない時、提案手法が有効であることが示された。

◆ショット数が5のとき、平均的な分類精度が最も高い96.2%となることを確認した。

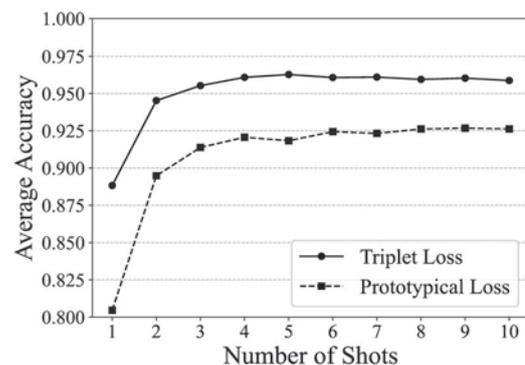


Fig. 1: Accuracy with respect to number of shots

2-P-30

2-P-30 体重の違いによる防犯砂利上の歩行音の分析

Analysis of footstep sounds on security gravel based on body weight differences

☆坂口健人, 鈴木千文, 西野隆典(名城大)

- ◆防犯砂利は、踏まれると大きな音を発することで侵入抑止効果が期待されているが、その音響特性に関する定量的な分析は十分ではない。特に、音響的に効果を持つ周波数帯域や、歩行者の体重が歩行音に与える影響については明らかにされていない。
- ◆本研究では、防犯効果を高める砂利の設計に資することを目的とする。防犯砂利上を歩行した際の歩行音を収録し、体重と周波数帯域ごとの音圧レベルとの関係を調査した。
- ◆体重の異なる複数の被験者の歩行音と、特定の1名の被験者にウエイトベスト(0 kg, +5 kg, +10 kg)を装着させた条件下での歩行音の2条件で歩行音を収録した。
- ◆両収録条件とも、500~1,500 Hz帯域が最も高い音圧レベルを示したが、音圧レベルと体重との間の明確な関係は確認されなかった。体重よりも歩行動作が音響特性に与える影響の方が大きい可能性がある。

Table 1: Average sound pressure level in each frequency band based on recorded signals under weighted conditions (dB)

Additional weight (kg)	0~500 Hz	500~1,500 Hz	1,500~3,000 Hz
+ 0	11.07	15.80	10.83
+ 5	10.61	15.32	10.35
+ 10	11.03	15.55	10.39

2-P-32

2-P-32 空間情報を伴う音響言語モデルの検討

Study on Spatially-Aware Audio-Language Model

◎関健太郎(東大/慶大), 岡本悠希, 山岡洸瑛, 齋藤佑樹(東大)
高道慎之介(東大/慶大), 猿渡洋(東大)

- ❖ 従来のCLAP: 音源情報のみに着目(例: 犬の鳴き声)
 - 音環境認識においては空間情報も重要となる
- ❖ 本研究の提案: 空間拡張型CLAP
 - SELDタスクで事前学習された空間情報エンコーダを導入することで、音源情報と空間情報を同時に捉える
 - 複数の音源が存在する状況でも「どこでなんの音が鳴っているか」の対応関係を学習可能に
- ❖ 新たな学習手法の提案: 空間対照学習
 - 複数音源の条件下において、音源情報と空間情報の正しい組み合わせを学習

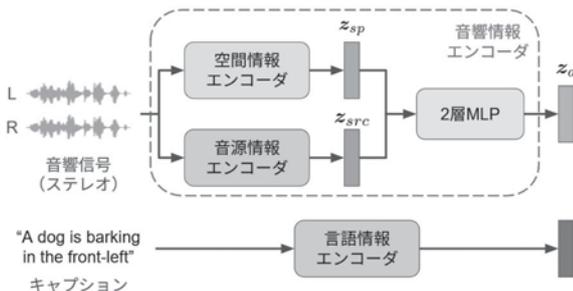


Fig. 1: Overall architecture of our proposed spatially-aware CLAP.

2-P-31

2-P-31 属性情報と条件付き GAN および未知クラス検出モデルを用いた音響イベントの一般化ゼロショット学習

Zero-shot Learning for Sound Event Classification Using an Attribute Vector, Conditional GAN, and Unseen Class Detector

☆上原康平(神戸大), 高島遼一(立命館大), 滝口哲也(神戸大)

- ◆未知(未学習)の音響イベントクラスを、クラスの説明情報(属性情報)を元に分類・識別するゼロショット学習の手法を提案。識別対象の学習データが収集できない異常検知等への応用が期待される。
- ◆従来手法には、未知クラスのイベントが既知(学習済み)クラスに誤分類される問題があった。
- ◆誤分類を減らすため、外れ値検出技術を用いて未知クラス検出モデルを作成する。Fig.1に示すように、入力された音響イベントについて、最初に未知クラス検出モデルによって既知/未知の二値分類を行い、次に既知/未知クラスそれぞれについてのクラス分類器によって最終的なクラスを識別する、二段階の分類を提案。
- ◆従来手法では未知クラスのイベントの77%が既知クラスに誤分類されていたところ、提案手法では27%にまで低減することに成功。

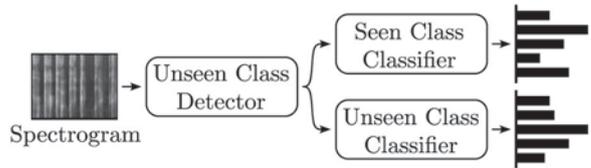


Fig.1: Overview of our proposed two-stage classification method.

2-P-33

2-P-33 DCASE2025 First-shot 異常音検知のための評価用データ ToyADMOS2 への機器データ追加

ToyADMOS2025: The Evaluation Dataset for the DCASE2025 First-Shot Anomalous Sound Detection

○原田登, 仁泉大輔, 大石康徳, 竹内大起, 安田昌弘(NTT)

- ◆DCASE2025 First-shot 異常音検知タスクのために新規収録した ToyADMOS2025 を紹介する。
- ◆(a)自動開閉ゴミ箱(AutoTrash), (b)監視カメラ(HomeCamera), (c)おもちゃのペット(ToyPet), (d)ラジコンカー(ToyRCCar)の4種類の機器の稼働音を新たに収録した。

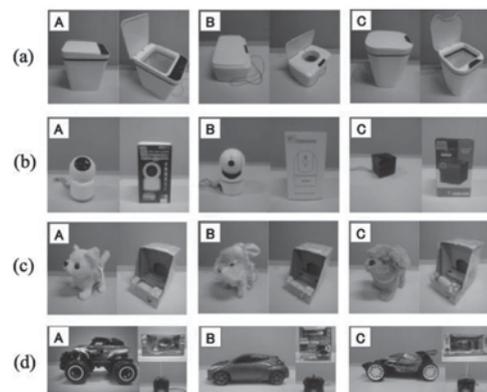


Fig.1: Machine models.

2-P-34

2-P-34 「ブリンキー」による音響イベント分類のための事前学習に基づく音光変換の検討

Investigation of Sound-to-Light Conversion based on Pre-trained Autoencoder for Acoustic Event Classification using Blinky

☆劉笑陽, 木下裕磨 (東海大)

- ◆ カメラの低フレームレートに起因する帯域幅制約は、音光変換デバイス「ブリンキー」を用いた音響イベント分類の性能を制限している。
- ◆ 本研究では、事前学習済みの Autoencoder を利用し、ブリンキー信号伝搬時の帯域幅の制約とノイズを考慮した新たな音光変換手法を提案する。
- ◆ シミュレーションの結果ブリンキー信号伝搬時の信号減衰とノイズ、およびカメラによる信号のサンプリングを共に考慮した条件下で、従来の End-to-End 学習手法の F1-score を 0.31 から 0.54 へと改善した。

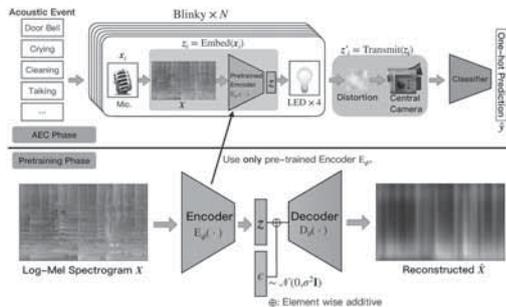


Fig.1: Overview of the proposed framework.

2-P-36

2-P-36 双曲埋め込みを用いたエフェクトチェーン識別モデルの実験的評価

Experimental Evaluation of Effect Chain Classification Models Using Hyperbolic Embeddings

☆和田仰 (東大/産総研), 中村友彦 (産総研), 猿渡洋 (東大)

- ◆ オーディオエフェクトは、音楽制作において、音色やダイナミクスを加工するために不可欠なツールである。
- ◆ エフェクトチェーン (オーディオエフェクトの連鎖) に非線形や時変のエフェクトが含まれる場合、**適用順による音響特徴の変化を考慮する必要あり**。
- ◆ 我々はこれまでに、双曲空間を用いたエフェクトチェーン分類モデル (エフェクトの種類と適用順を同時に推定) を提案してきた [Wada+2025]。
- ◆ 本稿では、我々の手法に対して、楽器の個体差やエフェクトのメーカー・モデルの差異などの**現実的なドメインシフト下での識別性能を検証する**。

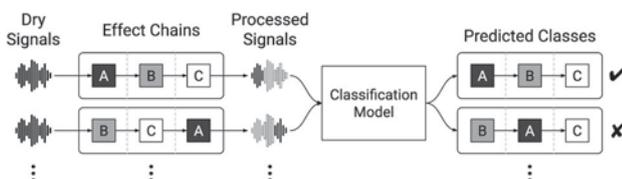


Fig.1: Schematic diagram of effect chain classification task.

2-P-35

2-P-35 CNN を用いた音響による接近車両における Attention 機構実装による精度改善に関する検討

A Study on Improving Accuracy by Implementing Attention in Acoustic Approach Vehicle Detection Using CNN

☆堀江拓矢, 加藤朋暉, 旭健作, 坂野秀樹 (名城大院)

- ◆ 出会い頭事故の防止を目的に、見通しの悪い交差点において収録した道路環境音を用いて接近車両検出を検討している。従来の CNN モデルでは、異なる特徴を有する振幅情報と位相情報を入力データとして使い、それぞれ4回畳み込み後に特徴マップをチャンネル方向へ連結し、再び畳み込み、全結合後に判定結果を得ていた。
- ◆ 本研究では、空間アテンションとチャンネルアテンションを CNN モデルに適用し、検出精度向上を目指す。具体的には、振幅情報に空間アテンション、位相情報にチャンネルアテンションをそれぞれ4回目の畳み込み層の後に適用する。
- ◆ 本研究の CNN モデルで評価した結果、最接近時刻(0.0秒)の5.0秒前から4.0秒前までの精度が、従来モデルよりも約10pt向上した。

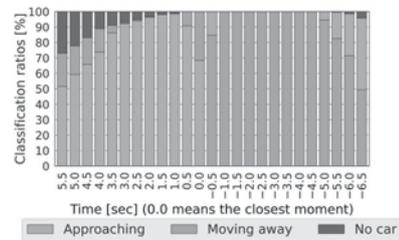


Fig.1: Classification ratios at each time in approaching and moving away situations

2-P-37

2-P-37 空間音響信号を対象とした音響イベントの検出と分離

Description and Discussion on DCASE 2025 Challenge Task 4: Spatial Semantic Segmentation of Sound Scenes

安田 昌弘, Binh Thien Nguyen, 原田 登, 竹内 大起, 仁泉 大輔, 大石 康智 (NTT)

問題設定

空間音響信号を対象とした音響イベントの検出と分離 (Spatial Semantic Segmentation of Sound Scenes; S5) は、多チャンネル空間録音から複数の音響イベントを同時に検出し、各イベントのドライソースを分離する新しい課題 (DCASE2025 Challenge Task4)

データセット

本タスクのためのデータセットとして DCASE2025 Task4 Dataset を新規収録。ドライソースに RIR を畳み込み、環境雑音および阻害音を加えることで、本問題設定の環境を模倣した。

実験

収録されたデータセットを用いてベースラインシステムを学習・評価した。

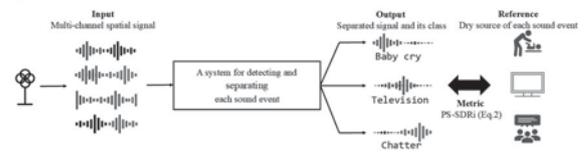


Fig.1: Overview of spatial semantic segmentation of sound scenes

2-P-38

2-P-38 音響による接近車両検出における精度向上に向けたデータ拡張手法の検討

Basic study of data augmentation using time stretching with resampling of sound data for CNN learning in acoustic vehicle detection

☆加藤朋暉, 堀江拓夫, 旭健作, 坂野秀樹(名城大)

- ◆ 出会い頭衝突事故防止を目的に、道路上で収録した音を用いた接近車両検出を検討している。遠方の到来車両と通過後の車両の音が混在したデータを排除するようにデータセットを再作成したところ、データの質は向上したものの、データ数は約3分の1と大幅に減少した。
- ◆ 本稿では学習用データ数増加を目的として、リサンプリングによる音データの時間伸縮を行うデータ拡張手法の適用を検討する。
- ◆ 8種類の伸縮倍率 r において、検出精度に与える影響を調査する。
- ◆ r が 0.98 付近で**接近**、**離反**の精度が大きく向上し、**接近**において**75%以上の精度**で接近車両を検出可能になったが、車両なしの精度が低下した。また、 r が 0.9 付近で**接近**の精度の大幅な低下を確認した。
- ◆ r が 0.8 以下の場合、 r が小さくなるにつれて**離反**、**車なし**の精度が向上する傾向を確認した。

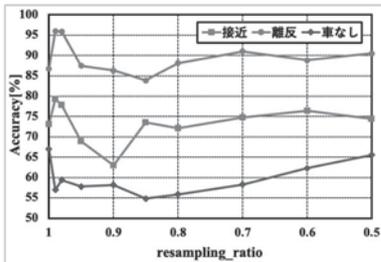


Fig.1: Accuracy results for each resampling ratio.

2-Q-1

2-Q-1 in vitro 試験におけるマウス皮膚への小形低周波超音波トランスデューサによる低分子薬物の導入

Delivery of low-molecular-weight drugs into mouse skin using a compact low-frequency ultrasound transducer in an in vitro study

☆山本真也(Science Tokyo・工), 杉田直広, Δ進士忠彦(Science Tokyo・未来研), Δ藤堂浩明(城西大・薬)

- ◆ 超音波導入法は超音波キャビテーションに伴い生じる衝撃波やマイクロジェット等の機械的刺激によって皮膚表面を改質し、薬物浸透性を向上させる経皮薬物投与技術である。
- ◆ 先行研究で医療用超音波導入デバイスのための小形、低周波かつ高強度超音波が照射可能なトランスデューサを提案し、直径 28 mm, 厚さ 10 mm, 共振周波数 78 kHz のトランスデューサを試作した。
- ◆ 試作トランスデューサとマウス皮膚を用いて in vitro 超音波導入実験を行い、低分子蛍光薬物の浸透量を Negative control 群 (皮膚処理なし) と Positive control 群 (角層をテープストリッピング) と比較した。
- ◆ 超音波処理によって低分子蛍光薬物の浸透速度は Negative control 群の 138 倍まで向上した。

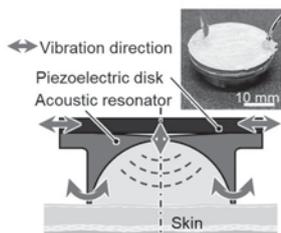


Fig. 1 Schematic illustration of proposed transducer

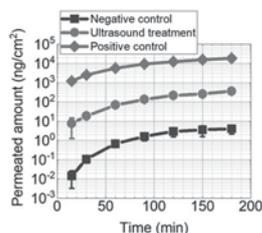


Fig. 2 Permeated amount of fluorescein sodium

2-P-39

2-P-39 腸蠕動音による排便前後の識別の検討 (第2報)

Classification of pre- and post-defecation by intestinal peristalsis sounds (2nd report)

☆川畑秀斗, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆ 排泄ケアは介護現場において最も負荷の高い作業の一つである。排便時刻の予測ができれば、介護の効率化に大きく寄与する可能性が高い。機械学習による、排便前後の腸蠕動音の識別の可否を検討した。
- ◆ 健康成人男性 9 名を対象に、排便前後の蠕動音を聴診器マイクロフォンで計測した。腸内容物の移動を反映する大きな腸蠕動音ピークを対象とした Data 1 と、腸蠕動音ピークに先立つ腸運動そのものを反映する Data 2 の 2 つのデータセットを作成した。解析時間長や周波数帯を変化させて比較を行った。
- ◆ 各データセットに対し、RMS, スペクトル重心, 振幅閾値を超えた音の持続時間, 尖度, 歪度, 角周波数帯域のエネルギーの各特徴量を抽出した。次元削減を行ったのち、様々な決定木を用いた排便前後の分類を試みた結果、Data2, 解析区間長 200ms, ブースティング系の決定木を選択時に識別率が向上した (Table 1, Table 2)。
- ◆ 腸蠕動音のピークではなく、それに先立つ腸蠕動そのものを反映する区間、および、およそ 400 Hz 以下の低周波成分を解析対象とすることで識別精度を向上させることができた。しかし、識別率は未だ 70% 程度にとどまっている。計測方法, 識別手法の改善により、更なる識別率の向上が望まれる。

Table.1 Accuracy for data in the frequency band from 100 to 800 Hz.

Decision Tree	Data 1	Data 2
Random forest	62.20%	65.20%
Gradient Boosting	62.00%	66.70%
Single tree	59.60%	58.70%
Extremely Randomized Trees	63.10%	66.20%
Fast boosting	63.30%	63.50%
XG Boost	60.00%	63.50%

Table.2 Accuracy for data in the frequency band from 100 to 400 Hz.

Decision Tree	Data 1	Data 2
Random forest	64.20%	67.80%
Gradient Boosting	66.80%	69.70%
Single tree	59.60%	59.40%
Extremely Randomized Trees	63.20%	64.20%
Fast boosting	65.10%	64.60%
XG Boost	61.30%	62.80%

2-Q-2

2-Q-2 多極超音波トランスデューサによる変調音場を用いた経皮薬物送達

Transdermal drug delivery using a modulated acoustic field generated by a multipolar ultrasonic transducer

☆山崎悠介, 山本真也, 杉田直広, Δ進士忠彦(東京科学大)

- ◆ 皮膚表面に超音波キャビテーションを発生させ、皮膚の薬物浸透性を向上させる超音波導入法がある。従来の音波照射はキャビテーションが皮膚に不均一に発生し、薬物浸透量が不均一となる課題がある。
- ◆ 本研究では、薬物浸透量の均一化を目的として、Fig. 1(a)に示すような変調音場でキャビテーションを発生させるための多極超音波トランスデューサを開発した。
- ◆ Fig. 1(b)に示すような各電極に振幅と位相が異なる電圧を印加することで、変調音場を発生させる音波照射をして人工膜への低分子蛍光粒子の浸透実験を行った。変調音場を用いた音波照射では従来の駆動法に比べ、薬物浸透量を維持しながら、ばらつきが減少した。

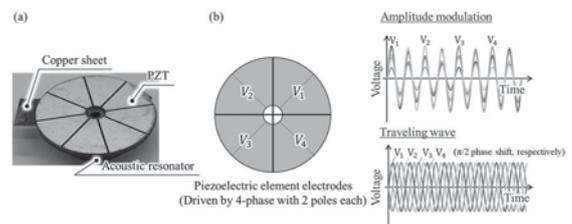


Fig. 1 (a) Photograph of an ultrasonic transducer and (b) Modulated voltage signals to the piezoelectric elements.

2-Q-3

2-Q-3 PLLA 圧電フィルムを用いた膨らみ検知センサ

Swelling detection sensor using PLLA piezoelectric film

☆ 澁谷和典, 山本健, △ 宝田隼(関西大院), 戸部太陽(関大先端機構), △ 森健一, △ 安藤正道(村田製作所), △ 田實佳郎(関西大院)

- ◆ 本研究では、膨らみ検知を目的としたセンサの開発に向けて、PLLA 圧電フィルムを用いた平板型モデルを提案した。
- ◆ 膨らみを模擬した変形に対し、振動モードや共振周波数の変化を有限要素法 (FEM) を用いて解析し、センサとして有効な振動モードを特定した。その後、特定した振動モードに着目したセンサモデルを構築し、出力電圧の計算を行った。
- ◆ 解析結果から、各膨らみ変位量において出力電圧の最大値を示すピークが確認でき、これらの周波数は各膨らみ変位量における特定の振動モードの共振周波数と一致していた。また、出力電圧の最大値が膨らみ変位の増加に伴い高周波側にシフトしていることが確認できた。
- ◆ 特定の周波数と出力電圧を対応させた膨らみ検知センサモデルの可能性が示唆された。

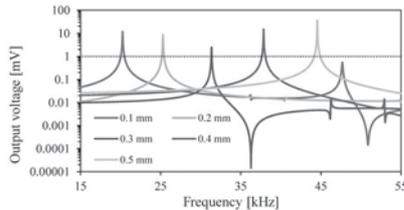


Fig. 1 Frequency characteristics of output voltage at each swelling displacement.

2-Q-5

2-Q-5 コウモリのエコーロケーションに基づく空間認知モデルの構築とその形成過程の比較分析

Bat-Inspired Spatial Recognition Model: Construction and Comparative Analysis of Formation Process

☆ 谷口真七斗(同志社大), △ 長谷川勘太(同志社大), △ 小原大知(同志社大), 山田恭史(はこだて未来大), 飛龍志津子(同志社大)

- ◆ 測距原理およびベイズ推論に基づく障害物座標認知モデルによって、経験や記憶の蓄積に伴うコウモリの意思決定プロセスの分析が可能になりつつある。
- ◆ 本研究では、モデルを用いて「コウモリ行動実験」と「仮想エージェント走行実験」の認知過程を比較し、エコーロケーションによる空間把握において経路設計とパルス放射戦略の重要性を評価した。
- ◆ 結果、コウモリはシンプルかつ滑らかな飛行経路でありながら、認知空間の構築が早いことが分かった。経路設計とパルス放射方向の制御が、効果的に協働していると予想される。

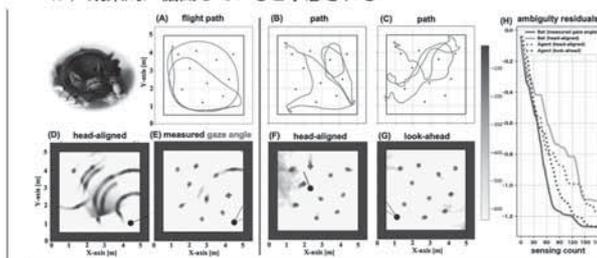


Fig.1: Top view of the bat's flight path(A) and cognitive space; using head-aligned(B); using measured gaze angle(C). Agent results; using head-aligned(D, E); using look-ahead(F, G). Change in ambiguity residuals(H).

2-Q-4

熱音響発電システムについての基礎検討
- 枝付きループ管型熱音響プライムムーバの分岐管設置位置についての安定性解析 -

Basic study for practical application of thermoacoustic power generation system - An approach to stability analysis of branch tube position of loop tube thermoacoustic prime mover with branches -

○ 坂本真一, 中澤俊貴, △ 平山智士(滋賀県立大学)

- ◆ 枝付きループ管型熱音響発電システムについて、分岐管の設置位置が発振温度などに与える影響について、安定性解析にて検討した。
- ◆ 解析の結果、分岐管をループ管全長の1/8位置に設置した場合、発振温度が400K未済まで大きく低下することが分かった。
- ◆ 発振周波数は分岐管の設置位置によらず、約100Hzで安定していることを確認した。

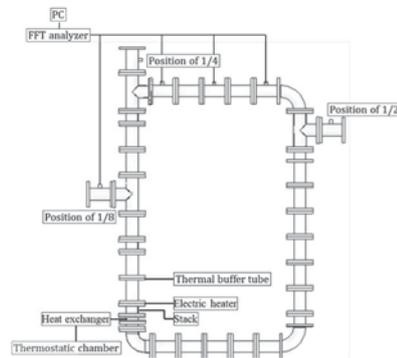


図 システム概略図

2-Q-6

2-Q-6 ミリスケール円形LN厚み振動子による液中推進システムの検討

Study on underwater propulsion system using a mm-scale circular LN transducer

◎ 孔徳卿, 大谷竜平, Jeongchan Lee(豊田工), 熊谷慎也(名城大), 佐々木実(豊田工)

- ◆ 36° Y-cut ニオブ酸リチウム (LiNbO₃, LN) 基板 (厚み: 0.25 mm) を用いたΦ2.5 mm, Φ3.5 mm, Φ4.5 mm, Φ5.5 mmの円形厚み振動子を作製し、音響推進システムを検討する。
- ◆ Fig. 1に示すように、ゼロ速度推進力が増えていき、ゼロ速度推進力は入力電力に比例していることが分かった。Φ2.5 mm, Φ3.5 mm, Φ4.5 mm, Φ5.5 mmの円形LN振動子による液中推進システムのゼロ速度推進力は0.2 mN, 0.6 mN, 1.7 mNと1.9 mNを測定した。振動面の実効面積が小さいタイプにおいて、同じ入力電圧の時に推進力が小さいである。
- ◆ Fig. 2を示すように、入力電力の増加に伴い、単位面積当たりの推力も増加していることが分かった。また、振動子が小さいほど単位面積当たりの推力は大きくなった。高パワー密度かつ小型化の液中音響推進システムが実現できた。

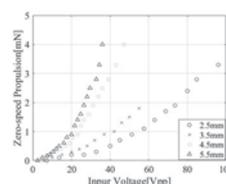


Fig. 1 Zero-speed propulsion with input voltage.

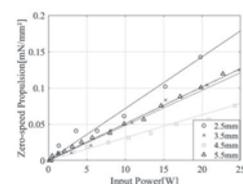


Fig. 2 Zero-speed propulsion per unit area with input power.

2-Q-7

2-Q-7 進行超音波中における気泡振動の数値シミュレーション

Numerical simulation of bubble vibration in traveling ultrasonic waves.

☆園山陸, 山本健(関西大院)

- ◆本研究では、ペア気泡を対象として、気泡間距離および気泡サイズが気泡振動の周波数成分に及ぼす影響を有限要素法により解析した。
- ◆モデルには圧縮性ナビエ・ストークス方程式を適用し、ALE法を用いて気泡変形を追跡し、気泡半径の時間変化およびそのSTFT解析を行った。
- ◆解析の結果、異なるサイズの気泡ペアにおいて、大きい気泡は駆動周波数(430 kHz)帯付近での振動が持続した。一方、小さい気泡では、振動初期に駆動周波数帯と大きく異なる1.4 MHz程度の高周波領域に強いスペクトルが見られた。

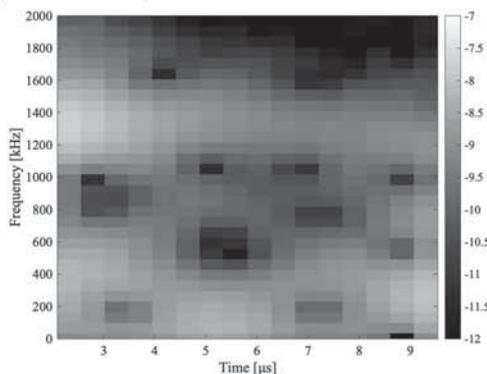


Fig.1: Time-frequency spectra of the radial evolution of small bubbles at a distance of 8 μm between bubbles.

2-Q-9

2-Q-9 静圧変化に対する超音波ピッチング効果の検討

Experimental investigation of ultrasonic pitting under different static pressure conditions

☆佐保優希, △中村秀太, 山本健(関西大院)

- ◆本研究では、マイクロジェットの作用に影響を及ぼす静圧に着目し、静圧変化が超音波ピッチング効果に与える影響の検討を行った。
- ◆試料懸濁液に対して静圧80, 100及び120 kPaの制御下で、一定の音圧で周波数26, 200, 430, 950, 1600及び3600 kHzの超音波を照射した。
- ◆周波数26及び3600 kHzにおいて、静圧変化によるピット数の増減は見られなかった。
- ◆周波数200及び430 kHzにおいて、静圧が上昇するにつれ、ピット数の増加が見られた。しかし、周波数950及び1600 kHzにおいて、200及び430 kHzと比べ、静圧の上昇に伴うピット数の増加は見られなかった。

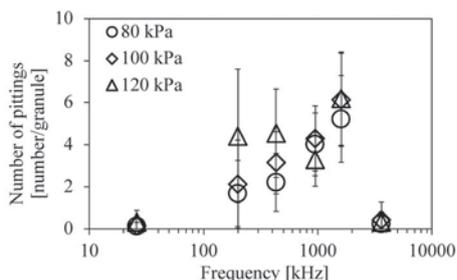


Fig.1: Pitting number of starch surface after ultrasonic irradiation at 26, 200, 430, 950, 1600 and 3600 kHz for each static pressure.

2-Q-8

2-Q-8 SDS添加と液面変形制御がソノルミネッセンスに与える影響

Effects of SDS addition and surface deformation stabilization on sonoluminescence.

☆大橋 泰紀¹, △中村 秀太¹, 李 香福^{2,3}, 山本 健¹

(関西大院¹, 関西大・先端機構², 日本女子大³)

- ◆本研究は、SDS添加と液面変形制御がソノルミネッセンス(SL)に与える影響について把握することを目的とし、SL強度及び超音波照射直後の気泡成長に着目した。
- ◆脱気・アルゴン飽和精製水及びSDS水溶液に対して、自由液面及び液面を制御した場合において超音波照射を行った。
- ◆精製水と比べてSL強度が、自由液面でのSDS水溶液では上昇したが、液面を制御した場合にはSDS水溶液においては低下した。
- ◆一連の結果より、SDS添加及び液面変形制御によりSL強度に変化が見られたが、これは気泡合体が阻害され、気泡成長が抑制されたことが要因であると考えられる。

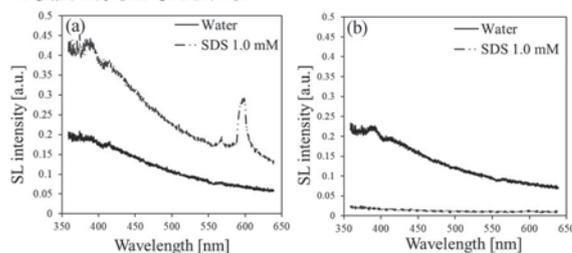


Fig.1: SL spectra in water and SDS 1.0 mM aqueous solution at the free surface (a) and the stabilized surface (b).

2-Q-10

2-Q-10 異なる直径の球体ターゲットを用いたレーザー誘起パルス音源の特性評価

Characterization of laser-induced pulse sound sources using spherical targets of different diameters

○會澤康治, △内山雄太, 西田蒼(金沢工大)

- ◆我々は大型構造物の非破壊検査における非接触衝撃力励起法として球体ターゲットを用いたレーザー誘起パルス音源を開発した。
- ◆この音源は球体よりも大きな曲率半径の球壁で球体を囲う構造により球体表面と球壁間の空気間隙にパルスレーザーアブレーションで発生した圧力波を閉じ込め、圧力波の収束と衝突により振幅が増幅した圧力波を出力する。
- ◆これまでに直径30 mmの球体ターゲットにレーザーエネルギーが35 mJのパルスレーザーを照射した場合、間隙幅0.9 mmでピーク正圧が10 kPaを超える衝撃波状の圧力波が得られた。
- ◆今回、我々は球体ターゲットの小型化によるレーザーエネルギーの低減効果を直径の異なる球体ターゲットを使用したレーザー誘起パルス音源で検討した。
- ◆実験には、球体ターゲットの直径が30 mm、球殻内壁の直径が31.8 mmの構造Aと球体ターゲットの直径が15 mm、球殻内壁の直径が19.8 mmの構造Bの2種類を用いた。
- ◆実験結果では、照射レーザーエネルギーが同程度の場合、直径の小さい構造Bの方が構造Aよりも出力される圧力波の測定信号(ピーク電圧値)は最大で約2倍大きかった。
- ◆構造Aにおいて30 mJのレーザーエネルギー照射で得られる測定信号は、構造Bでは10 mJ以下の低いレーザーエネルギーで得られた。

2-Q-11

2-Q-11 Pre-research for the development of a SAW swimmer that operates within vascular system

Jeong Chan Lee, Yukiji Fujiwara (Toyota Technological Institute), Shinya Kumagai (Meijo University), Minoru Sasaki and Deqing Kong (Toyota Technological Institute)

- ◆ In this study, a surface acoustic wave device was fabricated with a resonant frequency of 19.36 MHz and an IDT size of 6 × 6 mm
- ◆ As shown in Fig. 1, swimming is possible by utilizing the high-frequency micro-vibrations of the ultrasonic transducer as a propulsive force.
- ◆ The developed SAW swimmer was confirmed to be capable of swimming sufficiently underwater.
- ◆ At 10 V_{pp} and 20 V_{pp}, the thrust was insufficient, and the swimmer did not move properly, it was not measured. As shown in the graph in Fig. 2, when a voltage of 30 to 50 V_{pp} was applied, it can be confirmed that the swimmer's speed changes depending on the applied voltage.

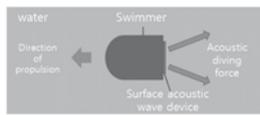


Fig. 1. Propulsion principle of a swimmer using surface acoustic wave device

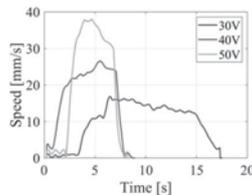


Fig. 2. Speed of swimmer

2-Q-13

2-Q-13 超音波キャビテーションによるホウレンソウの洗浄および殺菌

Cleaning and sterilization of spinach by ultrasonic cavitation

☆鶴西智裕¹, △石崎雄一², △青木仁史², 佐保優希¹, △松本隼³, 山本健¹

(¹ 関西大院, ² ニチレイフーズ食品総合研究所, ³ 関西大)

- ◆ 超音波による微生物の不活化は、食品衛生分野における新たな処理技術として注目されている。
- ◆ 本研究では、超音波キャビテーションの洗浄および殺菌効果に着目し、ホウレンソウに付着している一般生菌の超音波洗浄を試みた。
- ◆ ホウレンソウに付着している一般生菌数は照射時間とともに減少し、洗浄水中に存在する一般生菌数は照射 20 min で最大となった。
- ◆ キャビテーションの効果によってホウレンソウ表面から一般生菌が剥離し、不活化されていることがわかった。

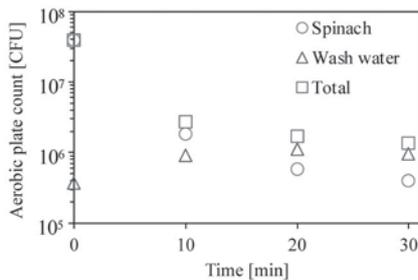


Fig. 1: Change in aerobic plate count of spinach, wash water and the entire system against irradiation time.

2-Q-12

2-Q-12 脱気による超音波キャビテーション強度向上の FOPH を用いた検証

Verification of ultrasonic cavitation intensity enhancement by degassing using FOPH

○水野志保, △石代祥太, △高橋沙江, 小池義和(芝浦工大)

FOPH(Fiber Optic Probe Hydrophone)を用いて脱気による超音波音圧と、気泡崩壊を伴うキャビテーション強度計測を試みた。また、FOPH のキャビテーション強度の測定結果の妥当性の検証のため、アルミ箔の浸食量について、画像処理による定量的な評価を行った。

FOPHによる測定では、基本周波数で脱気による音圧強度の上昇を確認できた。しかし、キャビテーションの気泡崩壊によって発生すると考えられる周波数成分の音圧は 5.0 ppm で最大という結果であった。また、FOPHによるキャビテーション強度測定の結果と、アルミ箔のキャビテーションによる浸食は異なる結果となり、関係性が明確でなく、今後も検討を続ける必要がある。

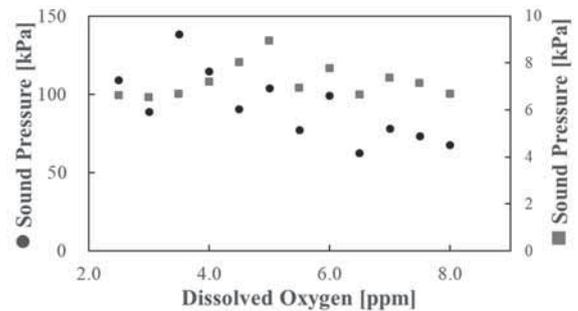


Fig.1 Sound Pressure measured by FOPH (●:Fundamental frequency, □:from 2.0 MHz to 3.5 MHz)

2-Q-14

2-Q-14 積層圧電アクチュエータを用いた 200 kHz 空中超音波音源の基礎検討

Fundamental study of 200 kHz airborne ultrasonic sound source using multilayered piezoelectric actuator

☆渡邊太陽, 三浦 光, 浅見拓哉(日大・理工)

- ◆ 本報告では超音波探傷試験の高分解能化を図ることを目的とし、積層圧電アクチュエータを 200 kHz で駆動させる基礎検討を行った。
- ◆ 積層圧電アクチュエータは静電容量負荷であり、200 kHz ではインピーダンスが非常に小さいため、LC 直列回路を並列に挿入して並列共振を起こし、インピーダンスを上昇させることを考えた。
- ◆ Fig.1 は積層圧電アクチュエータを 200 kHz で駆動させた際の電流値である。縦軸は電流、横軸は時間、灰色の線は積層圧電アクチュエータ単体で駆動させた場合、黒色の線は積層圧電アクチュエータに LC 直列回路を並列に挿入した状態で駆動させた場合の電流値であり、0.2 ~ 0.4 ms の電流値を比べた際、LC 直列回路を挿入したことにより単体で駆動させた場合の電流値である 4.76 A_{peak} から 0.4 A_{peak} に減少し、インピーダンスを上昇させることができた。

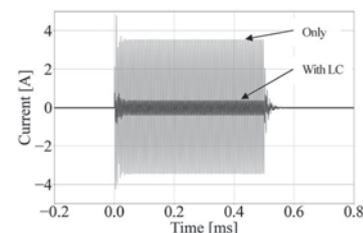


Fig.1: The current was compared when only the actuator was used and when an LC series circuit was inserted in parallel.

2-Q-15

2-Q-15 4 mm 角の放射面を有する 40 kHz 用 ボルト締めランジュバン型振動子の開発

—振動変位を拡大させるための構造の基礎検討—
Development of a bolt-clamped Langevin transducer for 40 kHz with 4 mm square emitting surface
-Basic study of the structure to increase vibration displacement-

☆西川博基, 三浦 光, 浅見拓哉(日大・理工)

- ◆本稿では、4 mm 角の放射面を有する 40 kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子の振動変位拡大構造について、有限要素法 (FEM) である COMSOL を用いた解析による検討結果を報告する。
- ◆Fig. 1 は振動子の概略図である。振動子は放射面が矩形となるステップホーン構造であり、ブロック中央に設けた空間に圧電素子および銅電極を挿入し、ネジで固定する構造となっている。解析結果として、ネジ側端面の振動変位を基準とした振動面の振動変位の拡大比が 3 得られ、縦振動の振動モードの後ろにある近接したたわみ振動の振動モードを抑制できることが確認された。

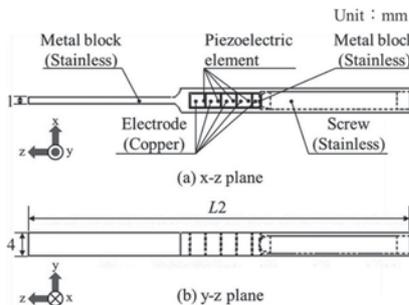


Fig. 1 Schematic of bolt-clamped Langevin type transducer (rectangle)

2-Q-17

2-Q-17 超音波放射力による平板の非接触受け止め制御

Noncontact receiving control of flat plate by acoustic radiation force

○青柳学, △長原雅治, △梶原秀一(室蘭工大院), 田村英樹(東北工大)

- ◆適切なサイズの窪みの振動面上で近距離場音波浮揚状態(NFAL)にある平板は振動振幅の増加により跳躍する。本研究は跳躍後に落下する平板を振動面で非接触で受け止めることを考える。
- ◆平板の自由度を制限し問題を簡単にするため、回転支持部を設け平板を団扇のように回転跳躍させ、落下させるモデルを構築した。(Fig.1)
- ◆平板は振動面からの音響放射力によって回転トルクが与えられるため、平板の位置に対して音響放射力を振動振幅制御により調整した。
- ◆制御パターン: 振動振幅の減少により平板を落下させ、その後急激に振幅を増加させて、音響放射力で落下を止め、NFAL 状態に移行させる。
- ◆Fig.2に示すように非接触でNFAL状態に移行させることに成功した。

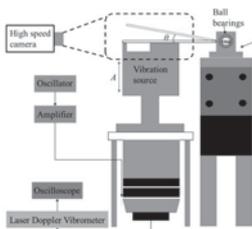


Fig. 1: Flat plate noncontact catch system.

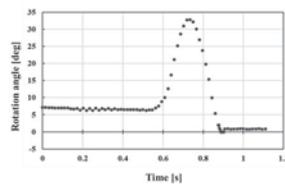


Fig. 2: Change in rotation angle when noncontact catch and near-field acoustic levitation were confirmed.

2-Q-16

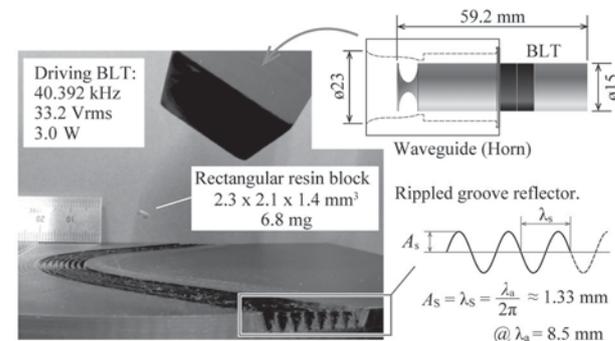
2-Q-16 空中超音波の波長よりも小さな構造による音場の応用について

Applications of sound fields created by structures that are smaller than the wavelength of aerial ultrasonic waves

○田村 英樹(東北工大), 笠島 崇, 伊藤 伸介, 辻井 明日香(日本特殊陶業), 青柳 学(室蘭工大)

強力空中超音波応用のひとつである超音波浮揚において、トラップ可能な節を持つ音場を形成するために、振動板と反射板を並行対面させて共鳴器を形成するのが基本的な構成である。あるいはパラボラ反射面により音圧を高めたり、トラップ位置を非直線に配置する事に使われる。それら共鳴器の要素は通常は波長よりも大きな構造物となる。これに対して、放射音波の波長の $1/2\pi$ 程度の大きさの構造振幅並びに周期を持つ溝を平板に刻む事で反射器を構成する事が出来る。これを用いる事で、下図に示すように板状反射板に対して 45° の比較的浅い角度から放射した音波により、トラップ領域を形成できることを実験的に確認した。

その場合の音場を FEM の簡易モデルを用いて検証し、合わせて反射器以外の性質についても観察・確認を行った。



2-Q-18

2-Q-18 空中超音波励起による金属板を伝搬する波動の位相を利用した欠陥イメージング

Phase imaging of defect in a metal plate using propagating waves excited by airborne ultrasound

☆石川周男(日大院・理工), 伊藤洋一, 大隅歩(日大・理工)

- ◆薄板構造物内欠陥の検査手法として空中超音波を用いた方法を提案し、研究を行っている。
- ◆金属薄板を伝搬する超音波の瞬時位相分布に着目し、減肉欠陥のイメージングを行った。
- ◆その結果、欠陥に起因する局所的な位相変化が明瞭に観測され、減肉部をより明確に可視化できることが確認された。

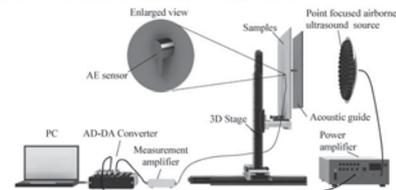
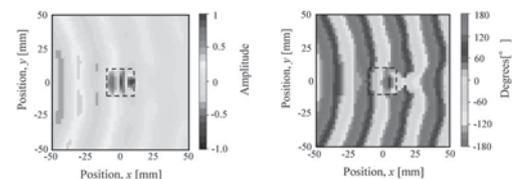


Fig.1 Experiment setup.



(a) Amplitude image. (b) Phase image.

Fig.2 Measurement results.

2-Q-25

2-Q-25

鳴き声と映像情報を併用した
鶏モニタリングシステムの検討

Investigation of chicken monitoring system
using both sound and video information

☆ 仁平善久, 照沼卓磨, 矢田部浩平, 新村毅 (農工大)

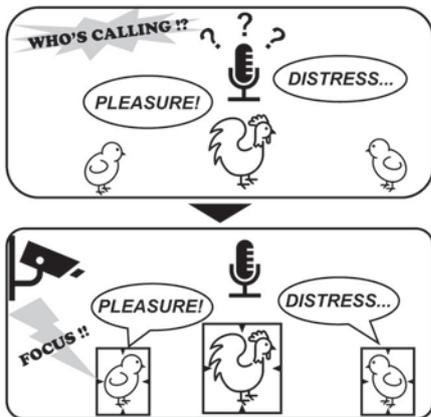
複数の鶏が存在する環境で個々の鳴き声解析を行いたい

従来 音声のみ ... どの個体が鳴いたかわからない

提案 映像情報 ... 物体検出により位置を推定
+
音声 ... ビームフォーミングにより音声強調

映像情報と音声の併用により、発声している個体を特定

▶ 鶏のコミュニケーションの解析への活用を目指す



2-Q-27

2-Q-27 線形予測分析による周波数特徴
を用いた鶏の雛の鳴き声検出

Chick call prediction using frequency features
extracted via linear predictive coding

☆ 照沼卓磨, 矢田部浩平, 新村毅, 福田信二 (農工大)

背景

鶏の雛の飼育において、母子間音声コミュニケーションの再現が有効

更なる再現度向上に向けて、高精度な鳴き声検出が重要

- ◆リアルタイムに感情を把握
- ◆コミュニケーションを解析

従来手法はリアルタイムへ
応用するには演算量が多い

本研究での取り組み

線形予測分析を活用した、より高精度かつ演算量が少ない
雛の鳴き声 (pleasure call, distress call) の検出手法を提案

結果

検出性能: Precision, Recall, F-score の3つの指標で
従来手法を上回った 😊

計算速度: 従来手法に比べ、約18倍高速に実行可能 😊

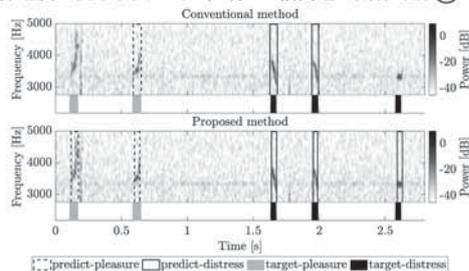


Fig. 1 Chick call prediction by conventional
and proposed methods

2-Q-26

2-Q-26

雛とともに飼育された
親鶏の鳴き声パターンの調査

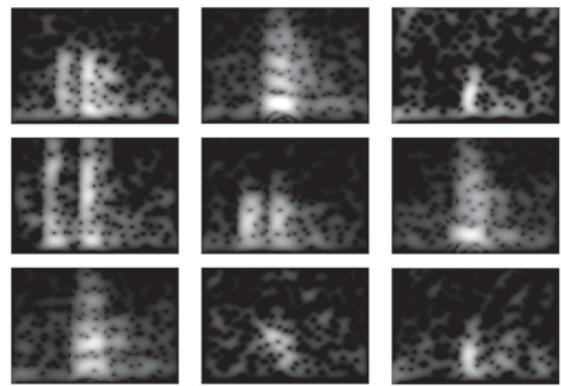
Investigation of vocalization patterns in parent hens
reared with their chicks

☆ 中谷優太, 王椋, 矢田部浩平, 新村毅 (農工大)



- 親鶏の food call と呼ばれる短い鳴き声は、雛の健康的な生育に良い影響をもたらす重要な声である
- 従来一種類と考えられてきたその food call にサブクラスが存在する可能性を発見した
- 631 個の food call に対して人手によるクラスタリングと音響特徴量を用いたクラスタリングを行い、サブクラスについて検討した

次の9つの food call をあなたなら何種類に分けますか?



2-Q-28

2-Q-28 障害物回避行動中のコウモリの
超音波放射方向と頭部方向制御の関係

Relationship between pulse direction and head direction control
in bats during obstacle avoidance behavior

☆ 青木耀大(同志社大), 大古賀万結(奈良先端大),

手嶋優風(海洋研究開発機構), 吉田創志(同志社大), 飛龍志津子(同志社大)

- ◆ エコーロケーションを行うコウモリの超音波放射方向は、センシング戦略の解明に重要なパラメータである。
- ◆ 本研究では、障害物回避行動中の2種のコウモリの超音波放射方向と頭部方向を同時に計測し、種による制御方法の違いを明らかにした。
- ◆ 口から放射するユビナガコウモリは、頭部方向と超音波放射方向はほぼ一致しているのに対し、鼻腔から放射するキクガシラコウモリは、頭の向きとは異なる方向に超音波を放射していることがわかった。
- ◆ キクガシラコウモリは、高速に振ることができない頭部とは独立して、鼻腔周囲にある鼻葉を用いて放射方向を制御することで、高周波利用に伴う狭い指向性を補償していることが示唆された。

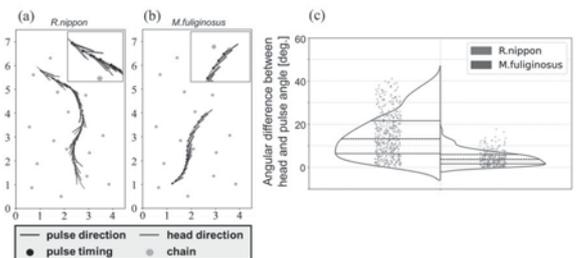


Fig. 1: (a)(b) Top view of the pulse directions, the head directions of *R. nippon* and *M. fuliginosus*. (c) Angular difference between pulse and head angle of *R. nippon* (red) and *M. fuliginosus* (green).

2-Q-29

2-Q-29 復帰抑制時の耳音響放射と脳波の時間的変化の関係

Relationship between temporal changes in otoacoustic emissions and electroencephalogram during inhibition of return

☆松毛円佳, 大塚翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆左右いずれかの耳に外因的に注意を誘導した場合、その効果は時間経過とともに弱まり、対側耳へ注意が向けられるようなる(復帰抑制, Inhibition of return: IOR).
- ◆前稿では、IORによる注意の遷移に伴い、注意耳での耳音響放射(Otoacoustic emissions: OAEs)が抑制されることを報告した。この結果は、IORによって聴覚末梢の応答がトップダウンに変調されることを示唆している。本研究では、その背景にある神経メカニズムを解明するために、皮質での空間的注意の処理に関連するとされる α 波、及びOAEを同時に計測し、IOR下での両者の関係を検討した。
- ◆注意耳への注意レベルが高い(反応時間がより短くなる)被験者ほど、対側の後頭部で α 波が抑制される傾向(Fig. 1中で正の相関)が確認された。注意耳でOAEが抑制されることを踏まえると、この空間的注意に伴う α 波の抑制が強いほど、注意耳でOAEは減少すると予想される。
- ◆しかし、この予想とは逆に、非注意耳側の後頭部で α 波が増大すると、注意耳のOAEが減少する傾向(Fig. 2中で負の相関)が見られた。
- ◆空間的注意の制御に関与する α 帯域の活動とは異なる神経ネットワークが、IORに伴う聴覚末梢の応答の変調に関与していることが推察された。

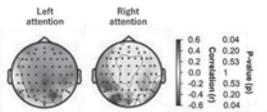


Fig. 1 Correlation between the attentional changes of reaction time and alpha power during IOR

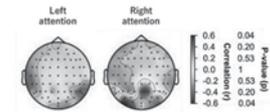


Fig. 2 Correlation between the attentional changes of OAE and alpha power during IOR

2-Q-31

2-Q-31 咀嚼時に聴取される気導成分および骨伝導成分の推定

Estimation of air-conducted and bone-conducted components perceived during chewing

☆至田拓史, 大塚翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆嚥下障害者が摂取する嚥下食は食感に劣り、食事の満足度の低下を招くとされている。咀嚼音を擬似的に付与することで、食感を改善できる可能性がある。
- ◆咀嚼音は気導および骨伝導によって咀嚼音自身に知覚されると考えられるが、多くの先行研究では気導成分の計測や付与のみがなされており、骨伝導成分が考慮されていない。
- ◆被験者に5種類の菓子を咀嚼させ、被験者が咀嚼を行っている際に両耳の外耳孔および外耳道内に生じる音圧、および乳様突起に生じる振動の計測を行った。
- ◆外耳孔における音圧、すなわち咀嚼音の気導成分は主に、2,000 Hz以下の周波数成分で構成されていた(Fig. 1)。気導成分と外耳道内放射成分の和と考えられる外耳道内音圧は200~2,000 Hzにピークを持ち、より低域および高域では減衰を示した(Fig. 2)。一方、慣性骨導成分/圧縮骨導成分を近似的に示す乳様突起の振動加速度は200 Hz以下の成分が支配的で、より高域では徐々に振幅が減衰した(Fig. 3)。
- ◆摂食者自身には、その周囲において気導成分として計測されるものよりも低域が増強された咀嚼音が知覚されていると考えられる。

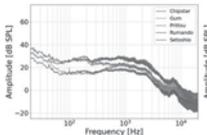


Fig. 1 Power spectra of the air-conducted component at the opening of the ear canal.

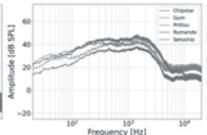


Fig. 2 Power spectra of the ear canal sound pressure.

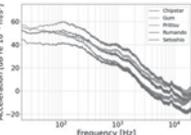


Fig. 3 Power spectra of the vibration at the mastoid.

2-Q-30

2-Q-30 水中における骨伝導イヤホンの検出閾測定

Estimation of hearing threshold using a bone-conduction earphone underwater

○大西 廉, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆骨伝導イヤホンには水中でも利用可能という長所があるが、水中での骨伝導イヤホンの聞こえを調べた例は皆無である。
- ◆水中用の骨伝導イヤホンを使用して検出閾測定を行った。空気中との差異、および耳栓装用の有無による検出閾特性の変化を検証した。
- ◆Fig. 1に“耳栓装用無し”における水中および空気中での検出閾を示す。水中では振動子からの気導放射成分が遮断されるために高周波で大きな閾値上昇が生じること、および外耳道等に水が侵入することで耳栓効果が生じ、低周波での検出閾の低下に繋がったことが示唆される。
- ◆水中聴覚においても(空気で満たされた)外耳道~鼓膜を介するルートは有意な役割を果たすと考えられているが、本実験では水中での“耳栓装用あり”および“耳栓装用無し”の検出閾には有意差は認められなかった。実験条件を精査した上で再検証が必要であろう。
- ◆また、耳栓装用下では、水中と空気中の検出閾に差異は認められなかった。水による気導経路の遮断や外耳道等への水の侵入以外の原因、例えば周囲の媒質の質量の増加といった要因は、骨伝導の聞こえに大きな影響を与えないことを示唆する。

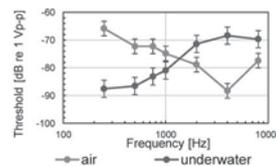


Fig. 1: Thresholds in the air and underwater without wearing ear plugs.

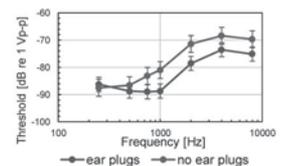


Fig. 2: Thresholds underwater with and without earplugs.

2-Q-32

2-Q-32 咀嚼音特性と食感を表す擬音語の対応に関する基礎検討

A preliminary study on the relations between chewing sound characteristics and onomatopoeias expressing chewing texture

☆種石まりあ, 大塚翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆食感は口腔や喉で得られる触感印象の総称だが、広義には咀嚼時に発生する音(咀嚼音)に対する印象も含まれる。
- ◆食感の評価にはオノマトベを用いた主観評価が有用だが、オノマトベと対応する咀嚼音の物理指標との関係は明らかになっていない。
- ◆本研究では、5つの試料を用いて、オノマトベを尺度とした食感の主観評価と咀嚼音の心理音響指標の推定を行い、その関係を検討した。
- ◆被験者の口元および外耳道内で咀嚼音を計測し、ラウドネスおよびシャープネスを算出した。また、これらとオノマトベによる主観評価値との相関を求めた。
- ◆すべての試料においてサクサクの主観評価値とラウドネスの最大値は負相関を示した。今回計測された咀嚼音のレベル域では、ラウドネスが大きいほどサクサクを感じにくいことが明らかになった。
- ◆一方、サクサク以外のオノマトベとラウドネスの間、各オノマトベとシャープネスの間には、一貫した相関は認められなかった。オノマトベの印象は、より多くの因子の組み合わせによって形成されている可能性がある。

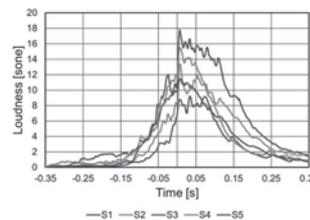


Fig. 1 Time-courses of loudness throughout a chewing for each snack.

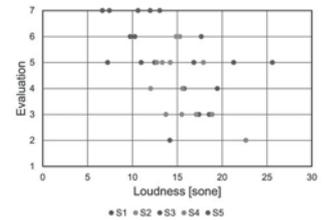


Fig. 2 Scatter plot of loudness and subjective evaluations based on the onomatopoeia "sakusaku".

2-Q-33

2-Q-33 体表面での振動計測による
遠位呈示骨導超音波の伝搬特性の検討

Investigation of the propagation characteristics of distantly-presented bone-conducted ultrasound by measurements of body surface vibration

☆高橋尚也, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆骨伝導で呈示された 20 kHz 以上の高周波音(骨導超音波)は、頭部から離れた位置に呈示された場合(遠位呈示)も明瞭に知覚可能である。そのため、体幹や上肢などから振動子に触れた対象者のみに音情報を伝達する新型音響デバイスへの応用が図られている。
- ◆一般に、遠位呈示骨導超音波の検出閾は頭部からの距離の増加に伴って上昇する。一方、前報では、解剖学的距離が同等であるにもかかわらず、胸部より背部で有意に検出閾が低いことが示された。これは背部の構造が単純であり、平坦な形状を有することが要因と考えられるが、その詳細は明らかになっていない。
- ◆本研究では、胸部と背部の伝搬特性に違いを生じさせる要因の推定を目指して、胸部および背部に骨導超音波を呈示した際に、その周囲の体表面で生じる振動分布を調べた。
- ◆胸部で計測された振動加速度は刺激点から上腕や腋窩部にかけて大きな値を示した。対して、背部では振動加速度の空間変化は胸部と比較して緩やかであった。これらは、呈示部周囲の組織の走行方向に沿った分布であり、骨導超音波の聴取効率にも影響すると考えられる。

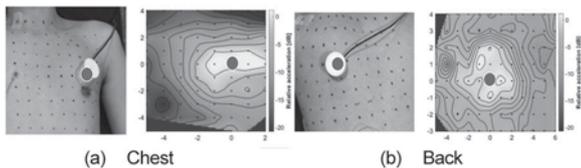


図1 胸部(a)と背部(b)における刺激呈示・振動計測位置(左側)、および振動子周囲の体表面で計測された振動分布図(右側)

2-Q-35

2-Q-35 聴覚的空間注意に文化的自己観が及ぼす影響:雑音環境下での音声聴取におけるマスキングノイズに対する事象関連電位を用いた分析

The role of self-construal in auditory spatial attention: neural responses to masking noise in speech-in-noise tasks

☆竹内朗, ΔHwan Shim (RIT), ΔInyoung Choi (Ulowa), Sungyoung Kim (RIT, KAIST), 坂本修一(東北大)

雑音環境において特定の話者の音声を選択的に聞き取る能力の測定に用いられ聴覚的空間注意は、日常生活における重要な聴覚スキルである。本研究は、聴取者の文化的背景として文化的自己観(Independent=相互独立的, Interdependent=相互依存性)が、雑音下音声聴取課題における行動成績および神経応答の傾向に及ぼす影響を調査したものである。実験では、21チャンネル乾式EEGシステムを用い、日本とアメリカ合衆国において異なる文化的自己観を持つ参加者の脳波と行動データを収集した。分析の結果、Interdependentグループの参加者はマスキングノイズの空間的位置に対して明確な神経応答の変化を示した一方、Independentグループの参加者にはそのような傾向は見られなかった。この結果は、文化的自己観に基づく認知スタイルが、音声の聴覚的空間注意に影響を及ぼす可能性を示している。

2-Q-34

2-Q-34 複合振幅変調音に対する
聴性定常反応の計測

Measurements of auditory steady-state responses to stimuli amplitude-modulated by complex tones

☆米玉利雅史, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆聴性定常反応(Auditory Steady-state Response: ASSR)とは、一定の周波数で繰り返される刺激音に対する誘発反応であり、刺激振幅の評価が容易であるため、他覚的聴力検査に利用されている。
- ◆ASSRは専ら単独の振幅変調音を用いて誘発され、複数の振幅変調音を同時に呈示した例はほとんど存在しない。本研究では、二つの周波数(27, 40 Hz)を用いて変調した振幅変調音を様々な条件下で呈示し、各変調周波数に相当するASSR成分の変化を観察した。
- ◆単一周波数による変調刺激を両耳呈示した場合に比べ、二つの周波数で変調して両耳呈示した場合は40 Hzピーク振幅が減少し、その相対値は50.2%となった。
- ◆左右耳で変調周波数が異なる場合、および片耳呈示した場合の40 Hzピーク振幅は、40 Hzを両耳呈示した場合より減少した(右耳では各々33.8%および71.5%、左耳では各々29.0%および83.3%)。27 Hz成分に神経リソースを奪われたために、40 Hz成分の振幅が減少したと考えることができる。

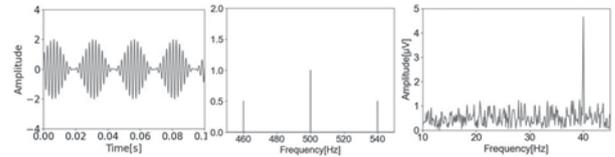


Fig. 1 A temporal waveform (left), a spectrum (center) and a spectrum of ASSR (right) for the 500-Hz tone amplitude-modulated by 40 Hz.

2-Q-36

2-Q-36 方向性マスキング解除における
マスキャーの到来方向と両耳間相関度の影響

Effect of Direction of Arrival and Inter Aural Cross Correlation on Spatial Release from Masking

☆勝倉朱音, 亀川徹, 丸井淳史(東京藝大)

- ◆複数のマスキャーによる方向性マスキング解除、及び、マスキャーのチャンネル間相関が両耳マスキングに与える影響について検討した。
- ◆マスキャーにはホワイトノイズ、マスキャーにはホワイトノイズまたは4k Hzの純音を用いた。マスキャーの到来方向、マスキャーのチャンネル間相関、マスキャーの種類が異なる全28条件について、PEST法を用いてマスキャーの知覚閾値を測定した。
- ◆マスキャーの種類について、ホワイトノイズを用いた場合の方がマスキング量は有意に大きかった。
- ◆マスキャーの到来方向について、マスキャーが後方から到来する場合にマスキング量が小さく、方向性マスキング解除の影響が認められた。
- ◆マスキャーの両耳間相関度について、有意な差は認められなかった。

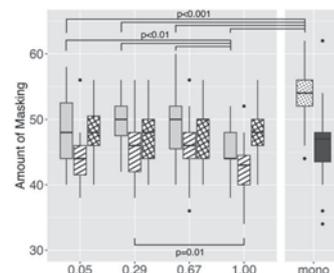


Fig.1: Amount of masking for whitenoise maskee in the four interchannel correlation conditions and the five directions of maskers conditions.

2-Q-37

2-Q-37 実環境における奥行き方向に対する外因性聴覚的注意効果

Effects of exogenous auditory attention in the depth direction in real-world environments.

○寺岡 諒(室蘭工大), 中 貴一(長崎県立大), △山崎大暉(京都大), 田中 優希(熊本大), △北川智利(立命館大)

- ◆本研究では、奥行き方向に対する外因性聴覚的注意(外部からの刺激によって無意識にひきつけられる注意)が標的音の検出に及ぼす影響について検討した。
◆まず先行刺激を用いて特定の距離(32, 96, 160 cm)に注意をひきつけた後、同じ位置から標的刺激を呈示する条件(Valid条件)と、異なる位置から呈示される条件(Invalid条件)の2条件から構成された。
◆実験の結果、32 cm条件でのみ、Valid条件での反応時間がInvalid条件より有意に短く、正答率も有意に高いことを示した。この結果は、身体近傍(32 cm)でのみ、外因性聴覚的注意が標的音の検出に効果を及ぼすことを示唆している。

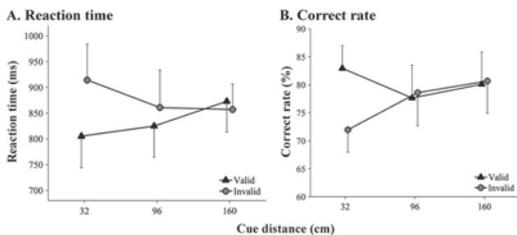


Fig.1: Average results as a function of cue presentation distance. A: reaction times. B: correct rate for the target sound. Error bars denote the standard error of the mean.

2-Q-39

2-Q-39 ハイパーソニック・プリバーチャルリード信号の超音波知覚経路に基づく音像定位強調

Augmented sound-image perception using pre-virtual-leading hypersonic signals based on modality of ultrasound perception

☆今中峻太(立命館大院), 耿毓庭, 中山雅人, 西浦敬信(立命館大)

- ◆従来、両耳効果に基づく音像定位手法が提案されている。先行音効果はその効果の1種であり、音の知覚方向を強調可能である。また、超音波が可聴音の知覚に影響を与える、ハイパーソニック・エフェクトと呼ばれる効果や、超音波に低周波包絡を与えることで触覚によって知覚される振動感が報告されている。これまで、これらの知見から設計した超音波帯域信号であるハイパーソニック・プリバーチャルリード信号(Fig.1)により、音像定位強調が可能であることを確認している。
◆本稿では、より効果的な信号設計のために、超音波知覚経路の聴覚と触覚における知覚優位性を実験により検討する。主観評価実験により、ハイパーソニック・プリバーチャルリード信号が主として聴覚によって知覚されていることを確認した(Fig.2)。

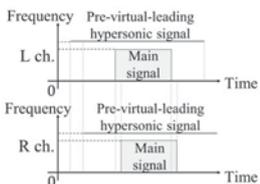


Fig.1: Concept of the proposed method in time-frequency domain

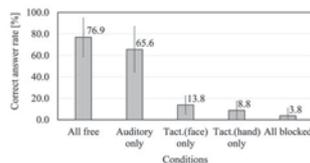


Fig.2: Correct answer rate for each condition of sensory

2-Q-38

2-Q-38 音声知覚を用いた注意の前後移動特性の検討

Investigating front-rear directional shifts in auditory spatial attention.

☆金子 優一朗, 寺岡 諒(室蘭工大), △山崎 大暉(京都大), 小林 洋介(室蘭工大)

- ◆本研究では、聴覚的注意を身体の前後で(身体をまたいで)移動させる際の注意効果の特性について検討した。
◆聴取者の前後に設置されたラウドスピーカから「あ」または「お」の音声刺激を連続呈示した。聴取者には音声を素早く判別するよう求めた。反応時間と正答率を注意効果の指標とした。
◆音声刺激の呈示確率を操作することで、身体前後のいずれかに注意を誘導し(標準位置)、もう一方(シフト位置)からまれに刺激を呈示することにより、注意の移動特性を評価した。
◆実験の結果、反応時間は標準位置が後方の場合にのみ、シフト位置で有意な遅延が見られた。また、正答率は方向にかかわらず、シフト位置において標準位置よりも低下した。
◆以上の結果から、注意を前方から後方へ移動させるのは比較的容易である一方、後方から前方への移動は困難である可能性を示した。

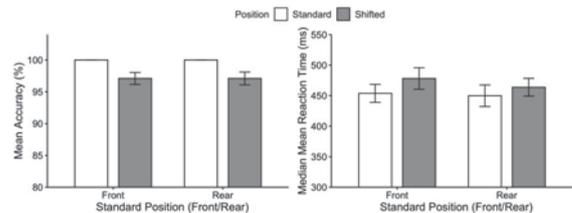


Fig.1: Results of each attention condition in each direction.

2-Q-40

2-Q-40 VR環境下におけるヘッドフォン型聴覚ディスプレイの音像定位精度

Sound localization performance of a headphone-based spatial audio display in a VR environment

☆深谷拓也, 山高正烈(愛知工科大)

- ◆ヘッドフォン型聴覚ディスプレイ(以降VAD)を自作し、VR環境下での使用を想定して、パンニングディスプレイを比較対象に、視覚情報の提示が音像定位性能に及ぼす影響を調べた。
◆実験環境はUnityVRにて構築した。視覚刺激の提示は正面と右30度の2条件とし、音刺激は0~90度までの7方向(15度刻み)の何れかにピンクノイズをカナル型イヤフォンを経由して提示した。
◆実験結果
> 視覚刺激が0度の場合、音刺激の提示位置0~75度の範囲ではVADの音像定位精度が高く、90度においてはパンニング方式がより高い音像定位精度を示した(Fig.1)。
> 視覚刺激30度条件では、音像定位が提示角度より右方向にシフトした。パンニング方式では45~75度の領域において提示角度を過大評価、VAD方式では視覚刺激の提示位置が離れている60度以上の場合に視覚の影響を受けにくく、音像定位精度が高かった(Fig.2)。

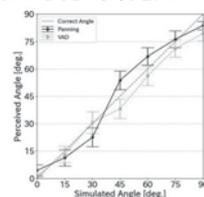


Fig.1: 視覚刺激0度条件

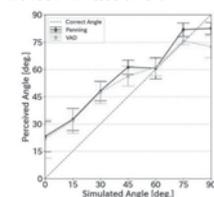


Fig.2: 視覚刺激30度条件

2-Q-41

2-Q-41 音源間角度を操作した音脈の知覚体制化に聴覚空間注意が及ぼす影響

The effect of auditory spatial attention on the perceptual organization of spatially distributed auditory sequence

☆下田陽太, 坂本修一(東北大通研/院情科研)

- ◆本研究では、異なる位置から提示された音脈の群化知覚に空間注意が及ぼす影響を検討した。
- ◆実験では 1/3 オクターブバンドノイズを用い、音源の位置を固定し事前に音源の位置を教示する注意あり条件と、音源の位置をランダムにして位置を教示しない注意無し条件の 2 条件で音源間の角度を変化させて音列を再生した。聴取者は、各刺激を 1 つのまとまりに知覚したかどうかを回答した。
- ◆実験の結果、注意を向けても聴覚オブジェクト形成の様相は変わらなかった (Fig. 1)。このことから聴覚オブジェクト形成において空間注意は影響を及ぼさない可能性が考えられる。

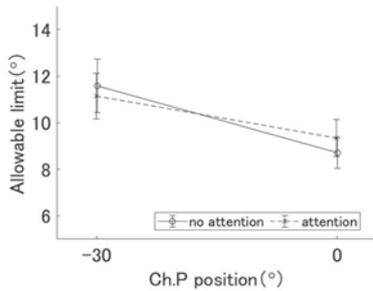


Fig.1: Allowable limit of auditory object

2-Q-43

2-Q-43 検出閾下の骨導超音波によるマスキング特性:聴覚末梢における確率共鳴現象の検証

Characteristics of masking by bone-conducted ultrasound at levels below the threshold: Verification of stochastic resonance in the peripheral Auditory system

☆出山嘉俊, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆ヒトの聴覚が超音波にもある程度の感度を持つことが示されているものの、不明点は未だに多く残っている。また、明瞭なピッチ感が生じる検出閾下の超音波に対しても何らかの“気配”が感じられるという報告も存在し、受容器に有意に作用している可能性がある。
- ◆本研究では、骨導超音波マスクのレベルを検出閾下で細かく変化させながら、気導音マスクの検出閾を計測し、両者の関係から聴覚末梢における確率共鳴現象の発生の有無を検証した。
- ◆30 kHz の骨導トーンバーストに対する検出閾を基準とし、骨導超音波マスクの強度を(1)-2 dB SL, (2)-3 dB SL, および (3)マスクなしの条件下で 12-19 kHz の気導トーンバーストの検出閾を推定した。
- ◆12-17 kHz において検出閾シフトは観察されなかった。一方、18, 19 kHz においては、検出閾の有意な下降、または、有意傾向な下降が観察された。この結果は、前稿で観察された検出閾下の骨導超音波による高周波気導音の検出閾の下降は、聴覚末梢における確率共鳴によるものであることを示唆している。

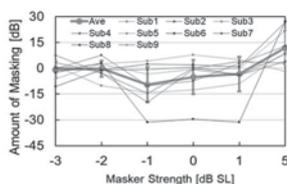


Fig.1 Amount of masking for -2- and -3-dB SL masker

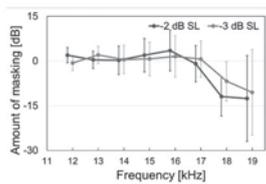


Fig.2 Relationship between masker strength and amount of masking at 14 kHz

2-Q-42

2-Q-42 骨伝導ヘッドフォンにおける音源知覚方向のズレに対する推定方法の改良

Improvement of an estimation formula for perceived sound direction discrepancy in bone-conduction headphones

☆佐藤理生, 岩城護(新潟大院・自然研)

- ◆骨伝導ヘッドフォンから提示された音は、気導ヘッドフォンよりも正面方向に知覚される。先の報告ではこの傾向を音源方向と周波数に関する平面によって近似したが、その精度は十分ではなかった。
- ◆本研究ではズレ量の推定式の精度の向上を試みた。
- ◆計測データ数を増やすとともに、最小二乗法を用いた曲面近似によってズレ量の推定式を構築した。
- ◆従来の平面近似に比べて、本研究で得られた曲面近似では調整済み決定係数の観点で推定精度が向上した。
- ◆ズレ量の推定精度の向上は知覚方向の補正法の改善に有用である。

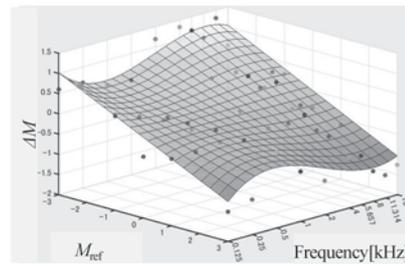


Fig. 1: Measured discrepancy and the least square approximation of the discrepancy, ΔM , as a function of M_{ref} and frequency.

2-Q-45

2-Q-45 Exploring Non-Standard Loudspeaker Geometries through LLM-Supported CAD Automation: A Measurement-Based Approach Using FreeCAD MCP

○Adriana Linares, Yoshihiro Sato (Kyoto University of Advanced Science, Fac. Eng.)

Designing loudspeaker enclosures typically requires acoustic and CAD expertise, resulting in limited accessibility. However, the rise of 3D printing and the capabilities of large language models (LLMs) brings potential to streamline and lower the barrier of entry to this process. This work explores a semi-automated workflow that leverages LLMs and FreeCAD Model Context Protocol (MCP) to generate an enclosure based on a driver's T/S parameters and user preferences. As a result, a bass-reflex tetrahedron shaped enclosure was created with minimal manual CAD intervention. The enclosure's performance was assessed by comparing its impedance response curve to that of a typical enclosure.

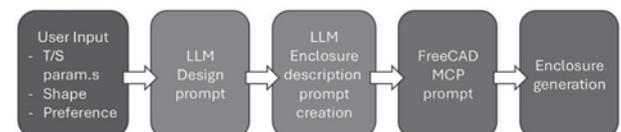


Fig. 1 Ideal Workflow

2-Q-46

2-Q-46 正中面および同一矢状面内の異なる仰角の音源間の空間的マスクング効果

Spatial auditory masking between sound sources at different elevations on the median or sagittal planes

○荒関丈司, 西口正之, 渡邊貴治, 安倍幸治 (秋田県立大)

- ◆「空間的マスクング効果」を3D音響技術における符号化やレンダリングの効率化に応用し、より臨場感のある音場再現を可能にすることを目的し、正中面・矢状面におけるマスクング閾値の調査を複数の被験者で行った。
- ◆水平面では、前頭面に対し前後対称位置にマスクとマスクがあるとマスクング効果が強く働いたため、閾値がITD/ILDに関係していると考えられている。
- ◆本検討では、ITD/ILDが概ね一定と見なせる正中面・矢状面で、中心周波数400 Hz、帯域幅100 Hzの帯域において、Fig 1のように閾値が概ね一定(6 dB以内の変化幅)と見なせることを確認した。

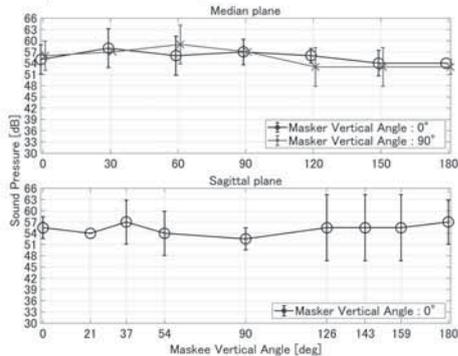


Fig. 1: Maximum masking threshold for each maskee vertical angle

2-Q-48

2-Q-48 仮想壁に反射するインタラクティブ波面合成音源の移動知覚と跳ね返し操作について

Studying perception of hand-reflected moving sound source in a virtual reflective room using interactive sound field synthesis

◎末藤立己, 澤尻晃大, 羽田陽一(電通大)

- ◆プレイヤーの前後左右に配置された仮想的な壁に鏡面反射しながら移動する仮想音源に対し、プレイヤーが仮想音源を手で跳ね返す場合の跳ね返し感覚および移動知覚を評価した。
- ◆主観評価実験には、32ch 直線スピーカアレイとモーションキャプチャを用いた。
- ◆仮想音源の移動パターンは、横方向および奥行き方向の異なる移動速度を組み合わせることで、6条件に設定した。
- ◆Fig. 1は各移動パターンにおける、跳ね返し感覚および横・奥行き方向の仮想壁反射を伴う移動知覚についての平均評価値の結果である。
- ◆結果より、奥行き方向に移動する音像の位置を把握できた条件では、跳ね返し感覚が強まる傾向があることが分かった。

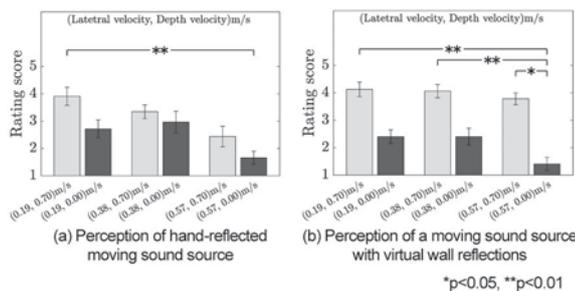


Fig. 1: Mean rating score

2-Q-47

2-Q-47 ヘッドトラッキングを加えた耳介近傍音場合成における音像定位について

Sound image localization in near-ear sound field synthesis with head tracking

◎佐久本涉吾, 羽田陽一(電通大)

- ◆左右の耳に対応する小型半円形スピーカアレイを使った耳介近傍音場合成における、音像の空間上の絶対位置を調べる定位実験を行った。
- ◆過去の研究から、耳介近傍音場合成の音像提示は前後誤りが発生しやすいと考えられたため、ヘッドトラッキングで定位の補強を行った。
- ◆定位実験の結果、一部の条件では従来技術のバイノーラル再生(Binaural)より耳介近傍音場合成(SFS)の方が、仮想音源提示位置と音像位置の差が小さかったが、前後誤りの発生や提示した距離よりも近くに音像が定位してしまうといった課題があるとわかった。

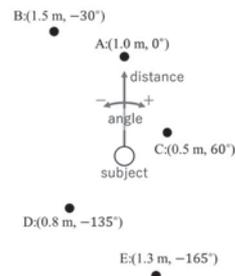


Fig. 1: Distance and angle of virtual sound source. (●:Virtual source position)

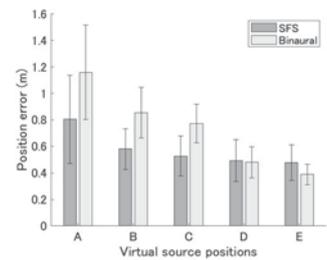


Fig. 2: Mean difference between virtual source and sound image position normalized by the distance from the head to the virtual source.

2-Q-49

2-Q-49 手で音像を広げる操作における音像知覚に対する手の位置情報と能動性の影響について

Influence of hand position and apparent source width manipulation on the perception of auditory images

☆澤尻晃大, 羽田陽一(電通大)

目的 音像を左右/上下に広げる操作において、音像幅に影響する要素、**V**:視覚による手位置情報、**B**:身体感覚による手位置情報、**I**:インタラクティブ性の有無、**C**:相関変化の有無、の影響を評価

方法 2つのスピーカの駆動信号の信号間相関を、以下の5種類の方法で変化させた際に知覚される音像幅を調査

- a. 両手で操作 (VBIC) / b. 視覚遮断下での両手操作 (BIC) / c. スティック操作 (IC) / d. 自動的相関変化 (C) / e. 無変化

分析では、各条件をバイナリ値のダミー変数 V,B,I,C に対応させ、これを説明変数とし、音像幅を従属変数として多変量線形回帰

結果・考察 Table 1 の回帰係数より、視覚・身体感覚情報が音像の水平幅を変化させた。また、上下への広げ操作によって音像が上下にも「引き伸ばされる」ように知覚されることが示唆された。



Fig. 1 Experimental setup

Table 1 The weight of the factors in correlation control methods

	Sound image expand direction			
	Left-Right		Up-Down	
	w_x [cm]	w_y [cm]	w_x [cm]	w_y [cm]
Const.	48.2*	39.95*	48.2*	39.95*
x_V	-19.25*	3.55	5.2	-5.7
x_B	18.05*	-0.1	-8.5	10.95
x_I	7.05	-11.65	-22.2*	10.75
x_C	8.9	-3.35	8.9	-3.35

*p<0.05

2-Q-50

2-Q-50 等価音源を用いた制御範囲可変型
Pressure Matching 法と
Mode Matching の比較

Comparison of the pressure matching with variable control area and mode matching based on equivalent sound source method.

☆菊池駿仁, 津國和泉, 池田雄介(東京電機大)

背景

- これまで等価音源法を用いて伝達関数をモデル化することで Mode Matching 法 (ES-MM) における打ち切り次数の改善, Pressure Matching 法 (ES-PM) による音場再現精度の改善を行ってきた。
- 本研究では ES-PM と ES-MM の音場再現精度を比較した。

実験条件

- スピーカは64ch円形と正方形の2種類配置し、制御領域半径0.4mとした。

実験結果

- ES-PM は ES-MM と比べて NMSE が約 11 dB ほど高い再現精度
- スピーカ配置による音場再現精度の差はほとんどない

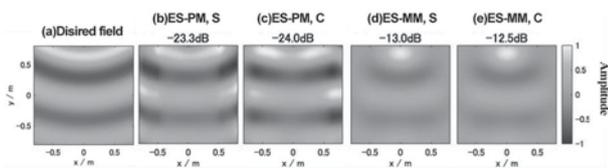


Fig.1: Reproduced sound fields and NMSE (S:Square Array, C:Circle Array)