

1-1-1

1-1-1 Hyper-parameter tuning of deep auto-encoder and Gaussian mixture model based unsupervised acoustic anomaly detector

© Harsh Purohit, Ryo Tanabe, Takashi Endo, Kaori Suefusa, Yohei Kawaguchi (Hitachi, Ltd.)

We aim to develop an unsupervised deep learning based acoustic anomaly detection technique. Conventional approaches usually require heavy integration with specific machines or large amount of labelled data which is sometimes not feasible. We employ an anomaly detection method called DAGMM because it can achieve a high accuracy by optimizing simultaneously parameters of deep autoencoder (DA) and Gaussian mixture models (GMM). We also proposed automated procedure for finding optimal values of hyper-parameters. We evaluated the proposed method with experimental data of industrial fans. Proposed approach significantly outperforms previous approaches, and achieves up to 20% improvement based on the standard AUC score.

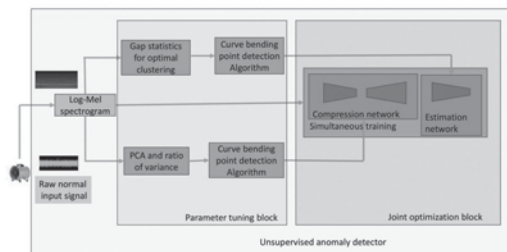


Fig.1: An overview of DAGMM based acoustic anomaly detector.

1-1-3

1-1-3 補間ニューラルネットワークを用いた異音検知

Anomalous sound detection based on interpolation deep neural network

©末房佳小里, △西田智哉, Harsh Purohit, 田邊亮, 遠藤隆, 川口洋平(日立)

As the labor force decreases, the demand for labor-saving automatic anomalous sound detection technology that conducts maintenance of industrial equipment has grown. Conventional approaches detect anomalies based on the reconstruction errors of an autoencoder. However, when the target machine sound is non-stationary, a reconstruction error tends to be large independent of an anomaly, and its variations increased because of the difficulty of predicting the edge frames. To solve the issue, we propose an approach to anomaly detection in which the model utilizes multiple frames of a spectrogram whose center frame is removed as an input, and it predicts an interpolation of the removed frame as an output. Rather than predicting the edge frames, the proposed approach makes the reconstruction error consistent with the anomaly. Experimental results showed that the proposed approach achieved 27% improvement based on the standard AUC score, especially against non-stationary machinery sounds.

1-1-2

1-1-2 異なるSNRのモノラル録音のペアを用いた異音検知
ANOMALOUS SOUND DETECTION USING A PAIR OF DIFFERENT-SNR MONAURAL RECORDINGS

©川口洋平, 堀池大樹, 末房佳小里, 田邊亮, 遠藤隆, Harsh Purohit (日立)

To prevent failure or breakdown of factory machinery, we propose a noise-robust method for detecting anomalies from the monaural signal recorded by a portable device with a monaural microphone. The proposed method uses a pair of two different signal-to-noise-ratio (SNR) recordings, one of which is a low-SNR signal recorded at a distance far from the sound source of a target machine, and the other is a high-SNR signal recorded at a distance near it at a different timing. The sound of the target machine can be enhanced by using the difference of SNRs as a clue. Experimental results indicate that the pair of different-SNR recordings improves the performance for anomalous sound detection.

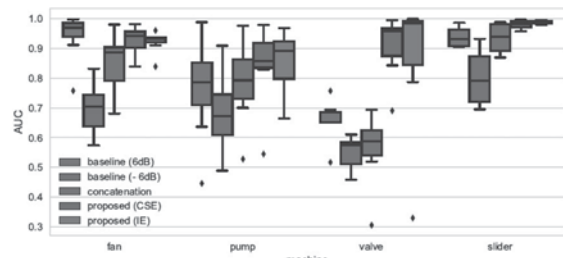


Fig.1: AUCs for four types of machines.

1-1-4

1-1-4 SPIDERnet: ワンショット異常音検知のための深層ニューラルネットワーク

SPIDERnet: Network Architecture for One-shot Anomaly Detection in Sounds

○小泉悠馬, 安田昌弘, 村田伸, 齊藤翔一郎, 植松尚, 原田登(NTT)

【目的】得られた1サンプルの異常データを用いて同種の異常音を検知する「ワンショット異常音検知」

【課題】異常音の時間周波数構造の変化にロバストな類似度計算法が必要

【提案】DNN を利用した特徴量埋め込みと、Multi-head attention を利用した類似度計算ネットワーク

【結果】公開データセットで従来法よりも高い検知精度

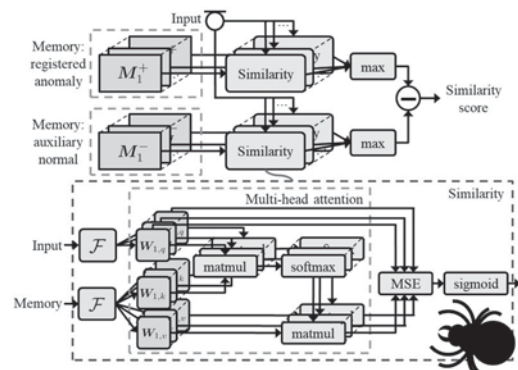


Fig.1 Overview of SPIDERnet (SPecific anomaly IDentifier network).

1-1-5

1-1-5 Self-attention を用いた 弱教師あり音響イベント検出

Weakly-supervised sound event detection with self-attention

◎宮崎晃一(LINE/名大), 小松達也(LINE), 林知樹(名大),
渡部晋治(JHU), 戸田智基, 武田一哉(名大)

- ◆背景: 音響イベント検出のための学習データの収集は高コスト.
- ◆目的: 収集コストの低い弱ラベルを用いた音響イベント検出の実現.
- ◆提案法: Self-attention を用いたネットワークと弱ラベル活用のためのトークンの導入 (Fig. 1).
- ◆実験的評価: DCASE2019 Task4 データセットを用いて提案法が CRNN を用いたベースラインの性能を上回ることを示す.

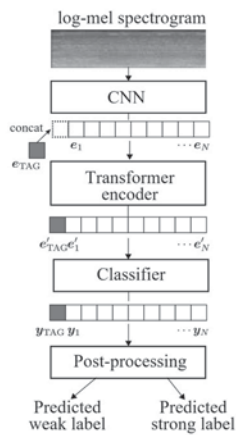


Fig. 1. Overview of proposed method

1-1-7

1-1-7 音響シーンのための 学習済みモデル選択基準の検討

Study of Criteria for Choosing Pre-trained Model for
Acoustic Scene Classification

◎田邊亮, 黄希, 遠藤隆, Harsh Purohit, 末房佳小里, 川口洋平(日立製作所)

Transfer learning using a pre-trained model is useful for acoustic scene classification (ASC). Various architecture models pre-trained with an external dataset are employed. Remarkably, some prior works suggest that the models pre-trained with image datasets are suitable for ASC. A lot of pre-trained models are available in the field of computer vision, but criteria for choosing a pre-trained model have not been clarified. In this paper, we clarify criteria for choosing a pre-trained image-classification model suitable for ASC by an experimental comparison.

We found the following two criteria for choosing a pre-trained model:

- A model with no layers convoluting for channels should be selected.
- A model with more layers should be selected.

Table 1 Top-1 accuracies for the ImageNet dataset and f1-scores for the DCASE 2018 Task 5 dataset

Model	Image classification for ImageNet		ASC for DCASE 2018 Task 5	
	Top-1 accuracies [%]	Weights	F1-scores [%]	
VGGish	—	fine-tuned	79.8	
VGG16	74.4	pre-trained	84.1	
		fine-tuned	85.3	
VGG19	74.5	pre-trained	83.1	
		fine-tuned	85.7	
Resnet-50	77.2	fine-tuned	50.7	
Inception v3	78.8	fine-tuned	53.0	
Xception	79.0	fine-tuned	23.1	

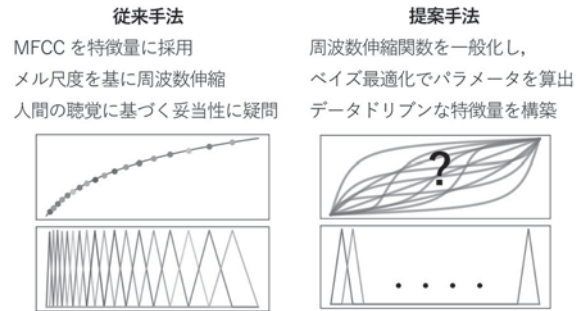
1-1-6

1-1-6 類似環境音識別における 一般化周波数伸縮特微量とその最適化

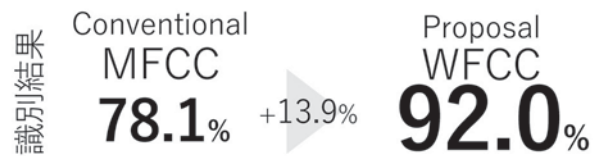
General frequency warping features for similar environmental sound
classification and its optimization

☆竹内太法, 立蔵洋介(静岡大・創造科学技術大学院)

類似環境音: 人の耳で聞き分けにくい環境音
MFCC を一般化し, 人間の聴覚特性に基づくのではなく
識別率最大化の観点でより最適な特微量を構築するための手法を提案



9種類の木材打音に対して GMM を用いた識別試験



1-1-8

1-1-8 音の継続長の違いと検出難度を考慮した 音響イベント検出

Sound event detection based on objective function considering detection
difficulty of sound events

☆秋山大知, 井本桂右, 山西良典, 山下洋一

(立命館大・情報理工)

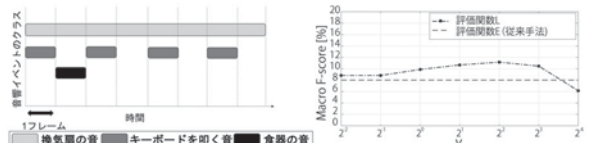


Fig.1 音響イベント検出の概要

Fig.2 Macro F-scoreによる音響イベント
検出性能の比較

- ◆機械学習では, クラスごとの学習データ数とクラス内で類似するパターンの数によって検出の難しさが変わる
 - 一般に音響イベント検出は, データをフレーム単位で区切って検出するため, 継続長によって見かけ上の学習データ数が異なる
 - 継続長が長い音響イベントは多くの場合定常的な音であるため, 学習データ数に対して音響的多様性がない
- ◆課題: 従来の音響イベント検出は, 継続長が長く音響的多様性がない音の学習が重点的に行われ, 継続長の短い音の学習が難しい
- ◆提案手法: 継続長が長く音響的多様性がない音の学習が適切に進むと寄与率が下がり, 学習が難しいイベントを重点的に学習する評価関数を提案

$$L(\Theta) = - \sum_{c=1}^C \sum_{f=1}^F \left\{ (1 - y_{cf})^\gamma t_{cf} \log(y_{cf}) + (y_{cf})^\gamma (1 - t_{cf}) \log(1 - y_{cf}) \right\}$$

学習の寄与率を考慮する項

- γ は学習の寄与率の変化量を決定するパラメータ

1-1-9

1-1-9 環境音分析におけるマルチタスク学習の損失関数に対するアニーリングの検討

A study on annealing toward loss function of multitask learning for analysis of environmental sounds

☆ 田中良樹, 砺波紀之, 井本桂右, 山西良典, 山下洋一(立命館大・情報理工)

- ◆ 従来手法として音響イベントとシーンの同時分析が提案されている
 - イベント検出とシーン分類のマルチタスク学習 (MTL) を利用
 - 以下の式を最適化することで学習

$$J_{MTL} = J_{event} + \alpha J_{scene}$$

- ◆ 本論文では、イベント検出性能の向上を目指した
 - イベント検出とシーン分類の学習速度の違いを考慮
 - シーン分類の損失関数を学習段階に合わせて徐々に小さくする、アニーリングを以下の式で行う

$$\lambda = \left(1 - \frac{e}{E}\right)^\gamma$$

- アニーリングを行った以下の式を最適化することで学習

$$J_{annealing} = J_{event} + \lambda \cdot \alpha J_{scene}$$

- ◆ 評価実験結果を Fig.1 に示す。

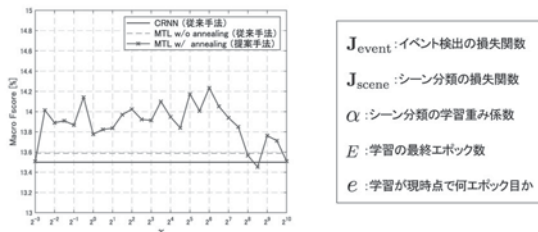


Fig.1 Performance Comparison by Macro F-score

1-1-11

1-1-11 BoSC マイクロホン小型化の検討

—心理評価実験によるシステムの評価—

Study on the downsizing of the microphone array of the BoSC system
-Psychological experiment for system evaluation-

☆ 三浦一希, 伊勢史郎 (東京電機大)

- ◆ BoSC システムの実用性向上を目的として、現在使用している BoSC マイクロホンアレイの直径を 1/2 倍に小型化したときの音場再現について 2 つの心理実験により評価を行い、従来型の BoSC マイクロホンを用いた BoSC システムと比較した
- ◆ 白色雑音とそのオークターバンドパスノイズを音源とした水平方向の音像定位実験で定位精度への影響を検討した結果、中心周波数 4kHz の音源で定位正答率(Fig.1)に有意差が見られ、小型化による高帯域の定位精度の向上を確認した
- ◆ 会話音声を再現し、質問項目(Q1:音質の違和感; Q2:臨場感; Q3:方向感; Q4:距離感)に「1.全く感じない」から「7.とても感じる」で評価した印象評価実験の結果、従来型に比べて小型 BoSC マイクロホンは音質と臨場感(Q1 と Q2)について有意に高い評価を得た(Fig.2)

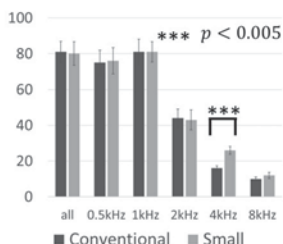


Fig. 1: Localization correct answer rate (Mean and standard error)

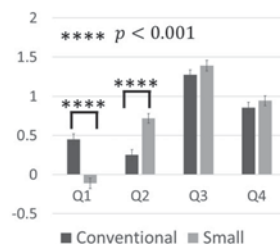


Fig.2: Evaluation value (Mean and standard error)

1-1-10

1-1-10 深層学習に基づく時間周波数マスクと音響強度ベクトルを利用した音響イベント定位

Sound event localization based on sound intensity vector with DNN-based denoising

○ 安田昌弘, 小泉悠馬, 齊藤翔一郎, 植松尚(NTT), 井本桂右(立命館大学)

【音響イベント定位】

- 音源到来方向 (DOA)と有音源数(NOAS)を各時刻で推定

【DOA 推定の既存研究とその問題点】

- DNN ベースの手法
 - Pros: DNN を DOA の回帰関数として用い、高い推定精度を達成
 - Cons: 多重音に対する推定精度に欠点
- 物理ベースの手法
 - Pros: 音源数に対して頑強な推定精度
 - Cons: SNR に対して頑強ではない

【提案法の特徴】

- 音響強度ベクトル(IV)を用いた DOA 推定を DNN ベースの雑音抑圧と音源分離によって精度改善 → 二つの既存手法の利点の結合

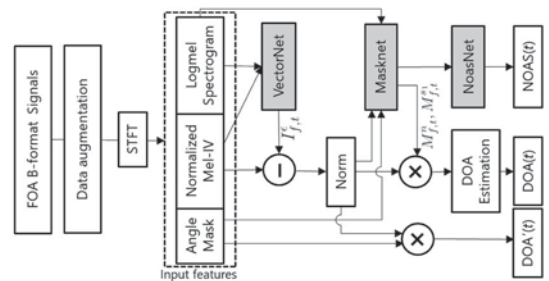


Figure1. System overview. IVs obtained from FOA signals is refined by the subtraction of vector $I_{f,t}^v$ estimated by VectorNet and the multiplication of two T-F masks $M_{f,t}^1, M_{f,t}^2$ estimated by MaskNet.

1-1-12

1-1-12 3D オーディオ制作プラットフォームに関する検討

—UnrealEngine4を用いたユーザーインターフェースの開発—

Study on 3D audio production platform

— Development of user interface using Unreal Engine 4 —

☆ 齊藤尚彌, △大内光, △柳澤宗蔵, 伊勢史郎 (東京電機大)

- ◆ 3D オーディオのコンテンツ制作においてオブジェクトベースオーディオが主流になりつつあるが、ユーザーインターフェースと空間情報を含む 3D オーディオ信号のファイル形式が確立されていない。
- ◆ 多くの ICT 技術が発展したオープンソースの文化を援用し、3D オーディオコンテンツ制作のためのプラットフォームを継続的に開発することが可能な環境の構築を目指す。
- ◆ その最初の試みとして、オープンな開発環境である Unreal Engine 4 を用いて視覚的に分かり易く、音源移動の入力や確認を行うことが出来るユーザーインターフェースを開発した。



Fig. 1: Captured screen of user interface to create 3D audio contents from first person view (left) and higher perspective view (right).

1-1-13

1-1-13 音源の到来方向を事前情報とした 逆問題解法手法の音場再現への応用

The application to sound field reproduction for inverse problem using the prior information on the sound source direction.

☆馬上一優生, △別府祐作, 伊勢史郎(東京電機大)

- ◆3次元音場再現における課題の1つである空間エイリアシングの影響がBoSCシステムでも確認されており、再現精度の低下が一つの課題として検討されている。
- ◆そこで、MUSIC法により求めた音源の到来方向から事前情報を求め、北川の方法を用いて逆問題を解くことにより、BoSC収録・再生において空間エイリアシングの影響を抑制することを試みており、これまで物理評価により提案手法の有用性を確認してきた。
- ◆本稿では、提案手法の効果を心理的観点から明らかにするため音像方向定位実験をおこなったので、その結果を報告する。

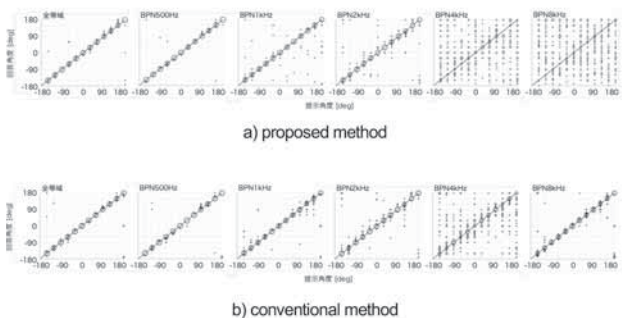


Fig.1: Results of sound image localization

1-1-15

1-1-15 3D オーディオのトップレイヤーに 低音は必要か？

Is bass required for the top layer of 3D audio?

○亀川徹, 丸井淳史(東京芸大)

- ◆22.2マルチチャンネル音響の様々なコンテンツのトップレイヤー(上層)の再生周波数帯域を制限して、オリジナルの音との違いが感じられるかについて調査した。
- ◆上層のスピーカの再生帯域は、高音は重要であるが400Hz以下の低音は再生できなくても大きな影響はないと考えられる。
- ◆音像定位以外の広がり感や包まれ感といった空間印象に4kHz以下の帯域が寄与している可能性が示唆された。

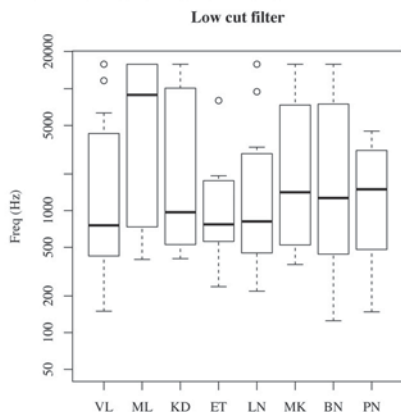


Fig.1: 上層の低音をカットした場合の、オリジナルとの違いが分からなくなる周波数の回答の箱ひげ図

1-1-14

1-1-14 平面型アレイの中央部スピーカの有無による音場再現能力への影響

Effect of Removing Central Loudspeakers in Planar array on Reproducibility of Sound Field

☆角崎雄太(富山大・工), 安藤彰男(富山大・工)

- 本研究は、平面型アレイを用いた音場再現において、アレイ中央部のスピーカを取り除いた場合の音場再現能力を比較した。

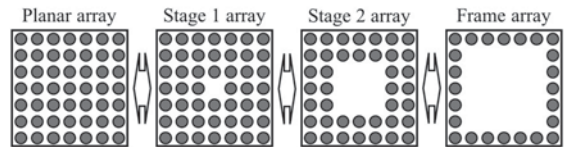


Fig.1: 7x7 loudspeaker array

- 平面型アレイでは、高域でも誤差関数を小さくし得るが、2次音源数が増加するので、最小二乗解を与える行列Uの条件数が増大する。
- 窓枠型アレイでは、誤差関数が大きくなるが、行列Uの条件数を低減できる。

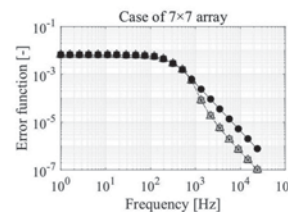


Fig.2: Change of error function

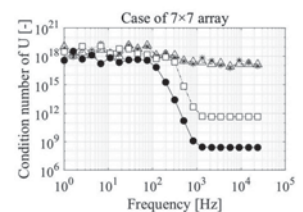


Fig.3: Change of condition number

△ Planar array * Stage 1 array □ Stage 2 array ● Frame array

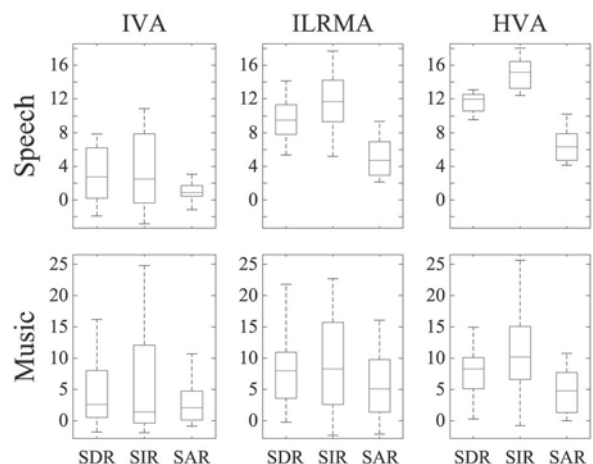
1-1-16

HVA : 調波ベクトル分析

HVA: Harmonic Vector Analysis

○矢田部浩平(早稲田), 北村大地(香川高専)

- ◆調波構造に着目した優決定音源分離手法 **HVA** を提案
 - ▶ケプストラムをスパースに誘導する閾値処理を導入
 - ▶低演算量かつ **ILRMA** と同程度の性能を実現



各分離手法による SDR・SIR・SAR の改善量

1-1-17

1-1-17 周波数・時間・到来方向スパースネスを統合した近接分離最適化による IVA

IVA based on proximal splitting optimization integrating sparseness of frequency, time and direction of arrival.

☆牛島隆裕(大分大), 太刀岡勇気(デンソーITラボ),
上ノ原進吾, 古家賢一(大分大)

- ◆近接分離最適化を用いたブラインド音源分離は、音源項を容易に交換可能である利点を持つ。音源分離に必須の白色化の影響を抑制するような音源項を用いたスパース独立成分分析(IVA)が提案されている。
- ◆本報告では、さらなる分離性能の向上のため、従来のスパース IVA で考えられている周波数方向のスパース性の他に、時間方向と到来方向のスパース性も考慮したスパース IVA を提案する。そしてそれらの複数のスパースネスを組み合わせることによって、従来のスパース IVA に比べて様々な音源に対応したスパースネス統合 IVA の提案を行う。
- ◆実験結果より、提案手法を用いることで音声・音楽の両データの性能が改善した。

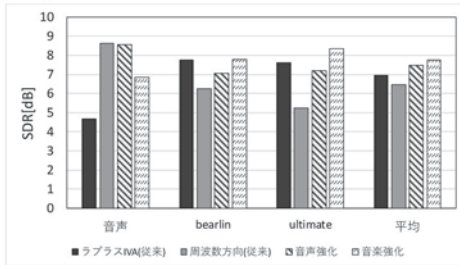


Fig.1: スパースネスを統合した際の分離結果

1-1-19

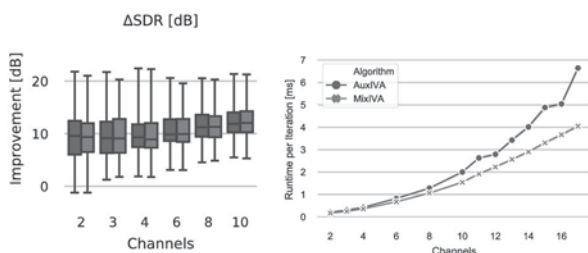
1-1-19 分離行列のランク1更新によるブラインド音源分離

Blind source separation based on rank-1 update of demixing matrix

○小野 順貴, シャイプラー ロビン (首都大)

本研究では、著者らがこれまで提案してきた補助関数型独立ベクトル分析(AuxIVA)などのブラインド音源分離に適用可能な、従来より高速な分離行列更新則を導出したので報告する。

従来の AuxIVA では、iterative projection (IP)と呼ばれる手法で、分離行列を行ごとに更新していた。IP は効率的であるが、マイク数が増えると、逆行列演算や重み付き共分散行列の計算の計算コストが大きくなる。本研究では代わりに、分離行列に対し、縦ベクトル×いずれかの行ベクトルで表されるランク1更新を考え、この縦ベクトルについて補助関数を最小化する。導出された更新則は逆行列演算を含まず、また重み付き共分散行列の要素全体を計算することなく、効率的に計算できる。評価実験により、この新しい更新則 (MixIVA)は、従来の AuxIVA とほぼ同様の性能で (下図左参照)、より短い時間で計算できる (下図右参照) ことを確認した。



1-1-18

1-1-18 FIVE: Fast Independent Vector Extraction via Auxiliary Function Optimization with Globally Optimal Updates

©Robin Scheibler (TMU/JSPS), Nobutaka Ono (TMU)

- ◆We consider the blind source extraction problem whereas a target source should be separated from a noisy background.
- ◆We propose a conceptually simple algorithm: FIVE. Given a target source estimate, 1) compute covariance matrix of background, 2) use it to compute the maximum-SINR beamforming weights, 3) re-estimate the target, 4) repeat.
- ◆We show that this algorithm can be derived by applying the auxiliary function optimization method to the independent vector extraction cost function with a globally convergent update step.
- ◆Experimental results demonstrate blazingly fast convergence compared to competing methods.

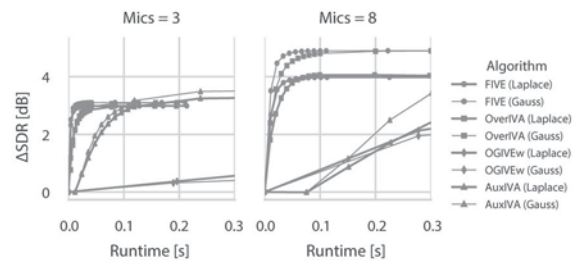


Fig.1: Mean SDR improvement as a function of the runtime for 1 s of input signal. Left and right are for 3 and 8 microphones, respectively.

1-1-20

1-1-20 畳み込み混合に対する独立ベクトル抽出

Independent vector extraction

©池下 林太郎, 中谷 智広 (NTT)

既存手法①②③と提案手法④

- ① 独立ベクトル分析(IVA)
 - [Kim et al., 2006], [Hiroe, 2006], [Ono, 2011]
 - “音源数 < マイク数”で分離性能向上するが遅い。残響に弱い。
- ② 独立ベクトル抽出(IVE), または、優決定 IVA(OverIVA)
 - [Koldovský and Tichavský et al., 2018, 2019], [Scheibler and Ono, 2019, 2020], [Ikeshita et al., submitted]
 - 優決定条件における IVA の高速化。残響に弱い。
- ③ 残響除去手法 WPE と ICA/IVA の交互最適化(WPE+IVA)
 - [Yoshioka and Nakatani et al., 2011, 2012]
 - 残響に強いが、最適化の計算コストがかなり大きい。
- ④ 残響除去手法 WPE と IVE の同時最適化(畳み込み IVE)
 - 残響に強く、かつ、最適化の計算コストが比較的小さい。

性能	マイク数6, 目的音源数1	マイク数4, 目的音源数2
② 従来 IVE	SDR: 5.0 dB, RTF: 0.08	SIR: 23 dB, RTF: 0.32
③ WPE+IVA	SDR: 2.2 dB, RTF: 0.73	SIR: 31 dB, RTF: 1.13
④ 畳み込み IVE	SDR: 5.7 dB, RTF: 0.18	SIR: 34 dB, RTF: 0.65

畳み込み IVE のポイント

- ◆ 畳み込み IVE は畳み込みビームフォーマのブラインド化
 - [Nakatani and Kinoshita, 2019]
- ◆ 目的音源が1音源のときの畳み込み IVE は次の2つの繰り返し
 - MaxSNRに基づく目的音源のステアリングベクトル推定
 - 畳み込みビームフォーマによる目的音源のパワースペクトル推定

1-1-21

1-1-21 車室内コミュニケーション用 低遅延音源分離の検討

Low-latency blind source separation for in-car communication

☆上田哲也, 井上翔太, 牧野昭二, 松本光雄, 山田武志(筑波大学)

- ◆車室内コミュニケーションシステムへの適用を想定した音源分離手法には低遅延な動作が求められている。
- ◆周波数領域での瞬時混合近似を仮定した音源分離手法では短時間フーリエ変換 (STFT) の窓長によって生じる待機遅延が不可避であるが、窓長を短縮すると残響成分によって分離性能が劣化する。
- ◆一方、長い残響環境下を想定した周波数領域での音源分離手法として、畳み込み混合近似に基づいた手法が提案されており、窓長を超える残響成分を含む信号の分離性能が向上することが示されている。
- ◆本研究ではこの手法の車室内環境下での低遅延な音源分離への応用を検討した。車室内で実測したインパルス応答を用いて音声分離実験を行い、分離性能を維持しつつ窓長を短縮し、待機遅延を削減することが可能であることを示した。

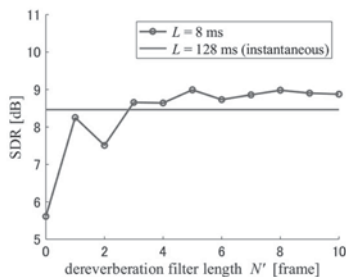


Fig. 1: SDR according to STFT frame length L and dereverberation filter length N'

1-1-23

1-1-23 音源分離のための深層学習に基づく 音響帯域拡張

Bandwidth expansion based on deep neural networks for audio source separation

☆渡辺瑠伊, 北村大地(香川高専)

ブライント音源分離 (BSS) は、混合信号の事前情報を用いずに混合前の音源信号を推定する技術である。独立ベクトル分析 (IVA) や独立低ランク行列分析 (ILRMA) 及び、多チャンネル非負値行列因子分解 (NMNF) 等の手法では、いずれも周波数領域で BSS を行っており、比較的高品質な BSS が可能である反面、パラメータ推定において計算時間が問題になることが多い。一方、音響帯域拡張とは、対象となる音源の低周波帯域から高周波帯域を復元するような技術であり、近年では深層学習 (DNN) に基づく手法が数多く提案されている。

本稿では、より効率的な音源分離を目的として、周波数領域の BSS 手法と DNN に基づく音響帯域拡張を組み合わせた新しい音源分離フレームワークを提案する。分離信号の低周波帯域に加えて、混合信号の高周波帯域を DNN の入力情報として用いることで分離信号の高周波帯域の高精度な予測が可能であることを確認した。

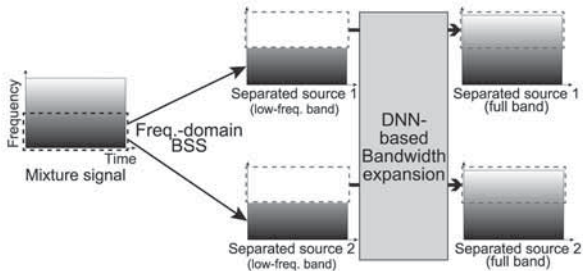


Fig. 1: Proposed framework combining BSS and DNN-based bandwidth extension.

1-1-22

1-1-22 基底共有型半教師あり独立低ランク行列 分析に基づく多チャンネル補聴器システム

Multichannel hearing-aid system based on basis-shared semi-supervised independent low-rank matrix analysis

☆宇根昌和(筑波大), 久保優騎(東大), 高宗典玄(東大), 北村大地(香川高専), 猿渡洋(東大), 牧野昭二(筑波大)

- ◆本研究では、独立低ランク行列分析 (ILRMA) [Kitamura et al., 2016] を雑音教師あり音源分離に拡張した手法である基底共有型 ILRMA (BS-ILRMA) [Takakusaki et al., 2018] の分散マイクロホンアレー補聴器システムにおける有効性、及びランク制約付き空間分散行列 (SCM) 推定法 [Kubo et al., 2019] へ適用した場合の分離性能について調査する。
- ◆分散マイクロホンアレー補聴器システムデータによる実験により、BS-ILRMA は ILRMA や基底を共有せずに学習を行う ILRMA (SS-ILRMA) と比べて有効に動作し、ランク制約付き SCM 推定法へ適用することでさらに高い分離性能を達成することを確認した。

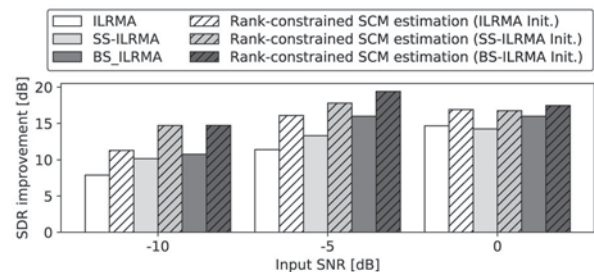


Fig. 1: Separation performance for each input SNR when distance from speaker to head-and-torso dummy is set to 75 cm.

1-1-24

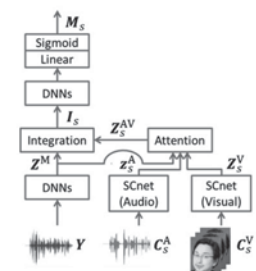
1-1-24 音響と映像由来の話者情報を用いた マルチモーダル目的話者抽出の検討

Investigation of multimodal target speaker extraction utilizing audio-visual speaker clues

◎落合 翼, デルクロア マーク, 木下 慶介, 小川 厚徳, 中谷 智広

◆本稿の目的

目的話者抽出に関する従来研究においては、1) 音響由来と 2) 映像由来の「話手がかり」を利用する 2 方向性が存在した。本稿では、両モダリティの活用、並びに、話手がかりの欠損・劣化に対する頑健な動作の実現を目指し、音響・映像由来の話手がかりを統合する新たな目的話者抽出法を提案する。



◆評価実験 (LRS3-TED audio-visual corpus を利用, 混合話者数 = 2)

提案手法 Proposed-AV (音響+映像) が、従来手法 Baseline-A (音響), Baseline-V (映像) と比較して、十分に良い抽出性能を達成していることが確認できた。特に提案手法は、より抽出が難しい同性の混合音声 (表中, Same) に対しても、その抽出性能を大きく向上させていることが確認された。

	Speaker clue	Diff	Same	All
Reference	Mixture	0.5	0.5	0.5
Conventional	Baseline-A	9.8	6.8	8.3
	Baseline-V	9.4	7.1	8.3
Proposed	Proposed-AV	10.7	9.1	9.9

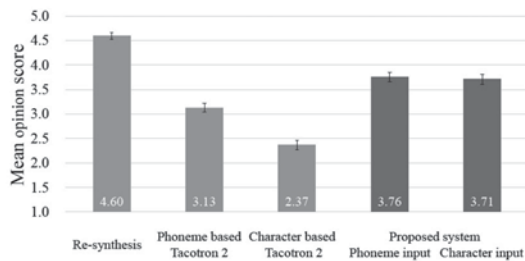
1-2-1

1-2-1 End-to-End 音声合成のための階層化生成モデルに基づく半教師あり学習

End-to-end speech synthesis based on hierarchical generative models for semi-supervised learning

☆藤本崇人, 高木信二, 橋本佳, 大浦圭一郎, 南角吉彦, 徳田恵一(名工大)

本稿では、End-to-End 音声合成のための階層化生成モデルに基づく半教師あり学習を提案し、日本語 End-to-End 音声合成システムに適用する。近年では、Tacotron2 をはじめ、テキストから直接合成可能な End-to-End 音声合成システムが提案されている。End-to-End 音声合成は高品質な音声合成可能であるため近年注目されているが、大量のペアデータが必要であることや、読みなどの中間表現の確認・修正が困難であるといった問題もある。そこで、これらの問題に対処するため、End-to-End 音声合成の枠組みにおいて、中間表現も利用した階層化生成モデルによる半教師あり学習を提案し、合成音声の自然性向上や漢字仮名交じり文からの合成を目指す。実験結果から、提案システムが Tacotron2 に比べ合成音声の自然性を大きく改善させ、提案モデルの有効性を示した。



1-2-3

1-2-3 リアルタイムニューラルボコーダにおける学習データ量の影響の調査

Investigation of the effect of amount of training data for real-time neural vocoders

☆松原圭亮^(1,2), 岡本拓磨⁽²⁾, 高島遼一⁽¹⁾, 滝口哲也⁽¹⁾, 戸田智基^(3,2), 志賀芳則⁽²⁾, 河井恒⁽²⁾ (1 神戸大学, 2 情報通信研究機構, 3 名古屋大学)

- ◆WaveNet をはじめとするニューラルボコーダは非常に高品質な音声を合成可能であるが、多くのモデルは数十時間の学習データで学習されており、少量の学習データで学習が可能かどうかは検証されていない。少量データで学習が可能であれば、構音障害者等の大量の音声データが用意できない話者の音声も高品質に合成可能となる。
- ◆より高品質な合成を実現するために、従来はサンプリング周波数 16 kHz で動作している LPCNet ボコーダをサンプリング周波数 24 kHz へと拡張する。具体的には、入力する音響特徴量であるパークケプストラムを 18 次元から 20 次元へと拡張する。
- ◆MOS の結果より、リアルタイムで合成可能な LPCNet と Parallel WaveGAN は 1 時間程度の学習データで十分に学習が可能であることが示された。

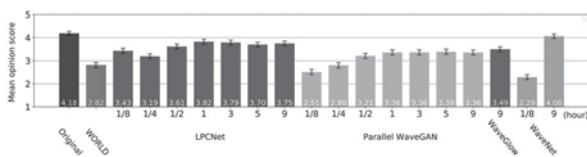


Fig.1: Result of MOS test with 18 listening subjects.

1-2-2

1-2-2 深層ガウス過程に基づく多話者音声合成

A study on multi-speaker text-to-speech synthesis based on Deep Gaussian Processes

☆三井 健太郎, 郡山 知樹, 猿渡 洋(東大院・情報理工)

- ◆多話者音声合成の近況
 - DNN に基づく手法が多数研究されている
 - 過学習・ハイパーパラメータ依存性が学習を難しくしている
- ◆深層ガウス過程を用いた統計的音声合成
 - 単一話者に対する性能で feedforward NN, LSTM-RNN を上回る
 - 過学習が起こりにくい
- ◆深層ガウス過程を多話者音声合成に拡張する手法を提案
 - 話者情報の適した与え方や、ハイパーパラメータが性能に与える影響を調査
 - 多話者の場合にも頑健な学習が可能なることを確認
 - 主観評価実験で従来の DNN 多話者音声合成と比較して高い自然性・話者類似性

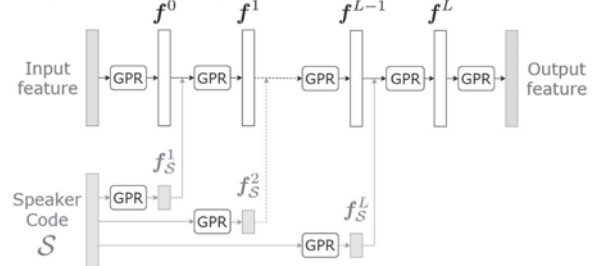


Fig.1 : Model architecture of Deep Gaussian Processes-based multi-speaker speech synthesis.

1-2-4

1-2-4 音響モデル尤度に基づく subword 分割の韻律推定精度における評価

Evaluation of prosody estimation using acoustic model-based subword tokenization

☆阿曾真至, 高道慎之介, 高宗典玄, 猿渡洋(東大院・情報理工)

- ◆統計的パラメトリック音声合成の課題
 - 韻律コンテキスト抽出に特定の言語知識が必要
 - そのため合成可能な言語の範囲が限定される
- ◆従来法 [Akiyama+18]
 - subword 分割による教師なし韻律コンテキスト抽出 (Fig.1 左)
 - 音響モデル尤度最大化を目的としているにもかかわらず、subword 分割が言語モデルに基づいている [Kudo18] という矛盾
- ◆提案法
 - 以前の研究 [Aso+19] で音響モデルに基づく subword 分割を提案
 - 本稿ではその分割による韻律コンテキスト抽出を提案 (Fig.1 右)
- ◆実験
 - 合成音声による客観評価と主観評価では提案法による改善を確認

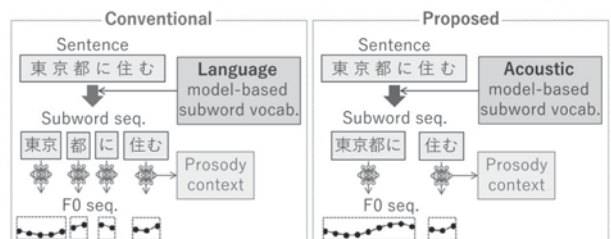


Fig.1: Conventional prosody context extraction and proposed prosody context extraction.

1-2-5

1-2-5 テキスト音声合成におけるポストフィルタとしての WaveNet ボコーダ学習法

Training method of WaveNet vocoder as postfilter in text-to-speech.

☆安原和輝, Yi-Chiao Wu, Patrick Lumban Tobing(名大),
松永悟行, 大谷大和(エーアイ), 戸田智基(名大)

- ◆本研究では、従来型の TTS システムで生成される合成音声の品質を改善させるために、WaveNet ボコーダをポストフィルタとして利用することを検討する。
- ◆ポストフィルタとしての WaveNet ボコーダを学習するには、合成音声と自然音声間で生じる時間構造の不一致などの問題に対応する必要がある。
- ◆このような問題に対し、声質変換を活用した学習法を提案する。
- ◆実験的評価により、提案手法を用いることで、学習時の問題を解決し、合成音声の品質を大きく改善させることを示す。

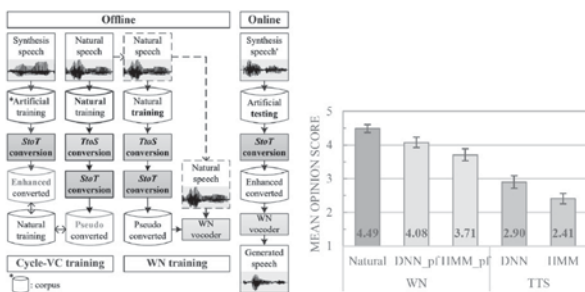


Fig.1 Flowchart of the proposed system.

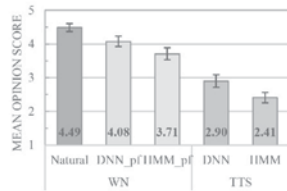


Fig.2 MOS test results with 95% confidence interval.

1-2-7

1-2-7 End-to-end 音声合成の研究を加速させるツールキット ESPnet-TTS

ESPnet-TTS: A toolkit to accelerate research on end-to-end speech synthesis.

○林知樹(名大), 山本龍一(LINE), 井上勝喜(岡山大), 吉村建慶, 武田一哉, 戸田智基(名大), 渡部晋治(JHU)

- ◆オープンソースツールキット ESPnet-TTS を紹介



Github: <https://github.com/espnet/espnet>

- ◆End-to-End TTS ツールキット ESPnet-TTS の特徴
 - ✓今アツい! 非自己回帰構造 E2E-TTS のいち早い提供!
 - ✦ Tacotron 2 / Transformer-TTS / FastSpeech
 - ✦ WaveNet vocoder / Parallel WaveGAN
 - ✦ Multi-speaker / Speaker-adaptation も!
 - ✓日本語, 英語, 中国語を含む 11 言語の 11 ものレシピ
 - ✦なんと全ての学習済みモデル / 生成音声を公開!
 - ✦今すぐリアルタイムデモにトライ!
 - Google Colab Demo: <https://bit.ly/35zXFlh>
 - ✓End-to-End ASR との統合機能もあるらしい!?
 - ✦E2E-ASR を利用した E2E-TTS の客観評価
 - ✦ASR-TTS を組み合わせた発展的な E2E レシピ

一緒に ESPnet を開発しませんか? 興味がある方は hayashi.tomoki@g.sp.m.is.nagoya-u.ac.jp まで

1-2-6

1-2-6 広帯域 DNN 音声合成のためのスペクトル包絡の GMM 近似

GMM approximation of spectrum envelopes for wide-band DNN-based speech synthesis

◎小口純矢, 高道慎之介, 猿渡洋(東大・情報理工), 嵯峨山茂樹(電通大・情報理工)

- ◆スペクトル包絡を GMM によって表現し音声特徴量として用いる
 - 平均: 共振周波数, 分散: 鋭さ, 重み: 振幅(パワー)
 - 統計的平均化に頑健
 - 共振成分を独立に制御でき加工性が高い
- ◆提案法 1: ピークピッキングに基づくパラメータ初期化
 - 反復推定する際の平均パラメータ初期化手法
 - LSP 周波数(従来法) → 低域に集中, 広帯域音声に不適
 - ピークピッキング → 広い帯域に満遍なく適合
- ◆提案法 2: GMM を用いた分析合成系を DNN 音声合成系に適用
 - MSE 最小化 → 発話ごとに適合の仕方が異なるため平滑化
 - MSE + IS 擬距離最小化 → 観測包絡を直接最小化, 品質改善!
- ◆提案法 3: 分散パラメータ補正に基づくフォルマント強調
 - 分散を定数倍しフォルマント強調 → 合成音声の品質改善!

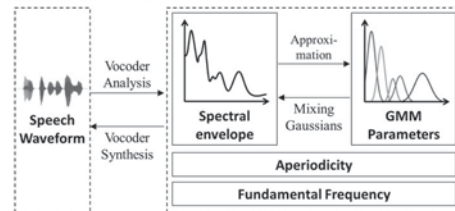


Fig.1: Vocoder using GMM approximation of spectral envelope

1-2-8

1-2-8 end-to-end 音声合成を用いた end-to-end 音声認識のための学習データ拡張

Training data augmentation for end-to-end speech recognition using end-to-end speech synthesis

○三村正人, 上乃聖, 坂井信輔, 河原達也(京大)

- ◆End-to-end(e2e)音声合成を用いてテキストデータから合成音声を作成し、単語を出力とする e2e 音声認識のための学習データ拡張を行う。
- ◆音声なしで e2e 音声認識のドメイン適応が可能
- ◆多数話者データで学習した Tacotron2 モデルをデータ拡張に用いることにより性能が改善。
- ◆また、Tacotron2 により得られた特徴量系列から Wavenet ボコーダを用いて波形データを作成し、特徴量系列に再変換することで、さらに性能が向上。
- ◆提案手法により、適応元ドメインの実データのみを用いて学習したモデルより大幅に性能が改善し(相対 41%)、適応先ドメインの実データを用いて学習したオラクルモデルの 65%程度の単語誤り率を実現。

Table.1: ASR performance for two CSJ test sets in (WER (%))

train \ test	CSJ-APS	CSJ-SPS
APS(real)+SPS(real) (oracle)	9.56	8.57
SPS(real) only	21.97	8.88
+APS(TTS,single speaker)	15.54	8.74
+vocoder(single speaker)	14.56	8.57
+APS(TTS,multi-speaker)	13.55	8.73
+vocoder(multi-speaker)	13.05	8.56

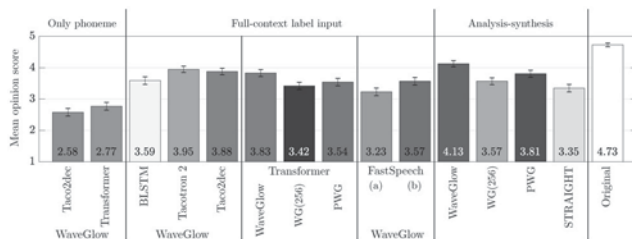
1-2-9

1-2-9 フルコンテキストラベル入力型リアルタイムニューラルテキスト音声合成の比較

Comparison of real-time neural text-to-speech models with full-context label input

○岡本拓磨¹, 松原圭亮^{2,1}, 戸田智基^{3,1}, 志賀芳則¹, 河井恒¹
(¹情報通信研究機構, ²神戸大学, ³名古屋大学)

- ・ Tacotron 2による高品質英語音声合成の成功
 - ・ 課題: 日本語等の多言語への適用, リアルタイム合成
 - 本発表: フルコンテキストラベル入力による音響モデルとリアルタイムニューラルボコーダを用いたモデル間の比較
- ＜フルコンテキストラベル入力型音響モデル＞
 - ・ Sequence-to-sequence型モデル: 音素継続長と音響特徴量を同時推定, 音素アライメント不要, 合成はまれに不安定
 - Tacotron2, Transformer
 - ・ パイプライン型モデル: 音素継続長と音響特徴量は別々のモデルで推定, 音素アライメントが必要, 合成は安定
 - BLSTM, Taco2dec(Okamoto, ASRU 2019), FastSpeech
- ＜リアルタイムニューラルボコーダ＞
 - WaveGlow, Parallel WaveGAN



・ 学習時間, 合成時間, 合成品質, 安定性はトレードオフの関係

1-2-11

1-2-11 声質変換における違和感の評価に関する一検討

A Study on the Inappropriateness of Voice Changing

☆高井佑洗, 青木直史, 土橋宜典(北大)

昨年, インターネット上で盛んな個人ユーザーによる創作活動には, 音声合成ソフトウェアを用いたものが数多く存在する。

また, 今日行われている声質変換の研究は, その結果を評価する際の尺度として「自然性」と「類似性」を用いることが多い。

しかし, 音声合成ソフトウェアが広く受け入れられている現状においては, これらの尺度は重要視されるものではないと考えられる。

本研究では, 創作活動での実用に即した声質変換について考察する。具体的な内容は以下のとおりである。

- 既存のものとは異なる尺度の提案
 - 合成音声で事足りる用途であれば, 人間の肉声としての自然さを求める必要はなく, また特定個人の声に似せる必要もない。
 - よって, 「自然性」「類似性」とは異なった尺度を用いる必要がある。

- アプローチについての提案
 - 現状, 声質変換は計算量やデータ量といった点で問題を抱えている。話し手側が発声方法を調整するなどの歩み寄りによって, それらの問題を解消できる可能性がある。

1-2-10

様々な合成単位における End-to-end 逐次音声合成の検討

End-to-end incremental speech synthesis in various synthesis units

○柳田 智也(NAIST), Sakriani Sakti(NAIST,RIKEN AIP), 中村 哲(NAIST,RIKEN AIP)

- ◆ 逐次音声合成: テキスト入力中に音声を生成, 文より短い合成単位
- ◆ 目的: 高品質な End-to-end 逐次音声合成実現
- ◆ 先行研究: 合成単位を全て短文として使用
 - 合成単位間の関係性を考慮しない
 - 初期入力がゼロベクトル, 合成単位間で音響特徴の変動を考慮せず
- ◆ 提案方法: 合成単位の音響特徴の変動や合成単位間の関係を考慮
 - テキストを分割し, テキストの中間を表すシンボルを付与
 - 先行合成単位の最終音響特徴フレームを, 初期入力

1-2-12

1-2-12 ユーザによる VOCALOID 曲の歌唱のためのブレス位置推定

Estimation of breath position for VOCALOID song sung by user

☆内藤 悟嗣(木更津高専),

齋藤 佑樹, 高道 慎之介(東大院・情報理工),

齋藤 康之(木更津高専), 猿渡 洋(東大院・情報理工)

- ◆ VOCALOID 曲歌唱における課題
 - 作曲者が意図的にブレスを挿入しない限り楽曲中にブレスが存在しないため, ユーザが歌唱するには適切な位置でブレスをする必要がある。
- ◆ 課題解決による効果
 - 適切なブレス位置を自動的に推定できれば, ユーザの歌唱支援になると考えられる。
- ◆ ブレス位置推定法
 - ブレスは, 歌詞の文節間での係り受けが起こりにくい場所に, また, 長い非歌唱区間に挿入されると仮定し, 機械学習を用いて言語的・歌声的情報を統合した統計モデルに基づいてブレス位置を推定する。
- ◆ 実験結果
 - (Fig. 1)のようにして適切なブレス位置の推定をしたとき, 正解率 83.1%, 再現率 86.7%, 適合率 22.1%の精度で推定できた。

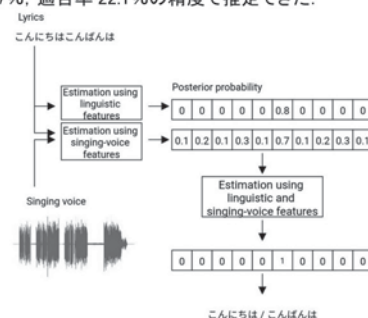


Fig. 1 Breath estimation using linguistic and singing-voice features

1-2-13

1-2-13 Dimensional emotion forecasting based on interactive context in dialogue

○Xiaohan Shi, Sixia Li, Jianwu Dang

Japan Advanced Institute of Science and Technology, Japan

- In this study, we proposed an emotion forecasting model using full context information from both interlocutors in dialogue, by using acoustic feature represent emotional information, and textual feature represent content information, the proposed model can capture emotional changes in dialogue. Meanwhile, it can trace emotion changes between the interlocutors especially when they have different emotion stages during a conversation.

- The results showed that the proposed model performs better than previous model with single interlocutor.

Table 1: Comparison of CCC on the IEMOCAP corpus

	Valence	Arousal	Valence-Single	Arousal-Single
1	0.1901	0.2644	0.2027	-0.0364
2	0.1592	0.2629	0.1205	0.0012
3	0.2793	0.3035	0.2651	-0.0441
4	0.2544	0.2727	0.0132	-0.0372

1-2-15

manga2voice:

1-2-15 マンガ画像からの音声合成に向けた音声分析

Manga2voice: speech analysis towards audio synthesis from comic image

○高道慎之介, 齋藤 佑樹, 中村 友彦, 郡山 知樹, 猿渡 洋 (東大院・情報理工)

マンガに喋ってほしいので
マンガ音声コーパスを作りました

1-2-14

1-2-14

SMASH コーパス:

ゲーム動画の後付け実況解説音声収録に基づく自発発話音声コーパス

SMASH corpus: spontaneous speech corpus of audio commentaries on gameplay

◎齋藤 佑樹, 高道 慎之介, 猿渡 洋(東大院・情報理工)

ゲームプレイ動画 に対する 実況解説音声 の マルチモーダル・自発発話音声コーパス

参戦!!



1-2-16

1-2-16 Motion-to-speech 音声合成における わたり音と二連母音の合成に適した 身体動作の検討

The optimal body motions to control real-time speech synthesizer to output vowels and glides

○伊藤 仁, 遠藤 慎也, 小島 銀河 (東北工業大)

身体動作を入力として、音韻や音高を即時的に制御して音声合成する Motion-to-speech 型の音声合成システムの要素技術として、手の動作で全極型の声道フィルタのフォルマント周波数を操作する手法について検討する。動作により高速なフォルマント遷移を実現できれば、母音だけでなく /y/ や /w/ などのわたり音も自在に合成できる可能性がある。この手法の有効性を調べるために、被験者に目標となる音声を表示し、MTS システムを用いてそれを再現させる実験を行った(Fig.1)。その結果、手の空間位置より掌の方向を用いた方が正確な操作ができること、また実験方法の改良が必要であることが示された。

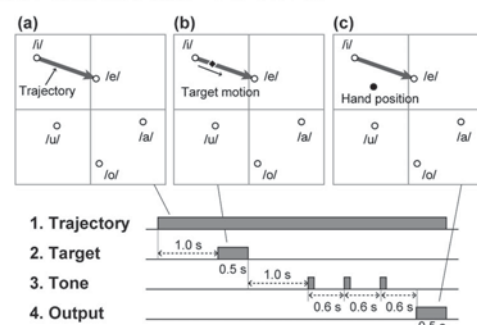


Fig.1: Experimental procedure

1-3-1

1-3-1 げっ歯類モデルにおける ミスマッチネガティビティの多点計測

Microelectrode mapping of mismatch negativity in rodents

○白松(磯口)知世, △高橋宏知(東大・情報理工)

生物が聴覚に頼って周囲の環境を探るとき、音の変化に注目することが重要となる。例えば、定常的な環境音に突如紛れ込んだ逸脱音は、鳴き声や足音といった、外敵由来の音である可能性が高い。こうしたことから、非注意下でも音の変化を自動的に抽出することは、生物の生存に有利に働くと考えられる。

我々の聴覚系には、こうした受動的な音変化の抽出機能が備わっている。特に、1978年にヒト脳波で同定されたミスマッチネガティビティ(mismatch negativity; MMN)は、被験者の注意の有無によらず発生するため、脳の自動的な逸脱検出機能に関わる代表的な神経活動として注目されてきた。

MMNの発生機序や聴覚における機能を明らかにするため、ヒト脳波や脳磁図の研究と並行して、げっ歯類を中心とした動物モデルを用いた電気生理学的なMMN計測が盛んに試みられてきた。本発表は、主にげっ歯類モデルで得られた知見として、第一に、MMNの逸脱検出性、すなわち、MMNは単なる刺激への順応では説明できず、繰り返し音からの音変化という文脈に依存して発生していることを述べる。第二に、聴覚におけるMMNの役割の一例として、MMNが個体の経験に依存した音の顕著性を表現している可能性を紹介する。

1-3-3

1-3-3 音声言語認知への単語親密度の影響

Word familiarity effects on spoken language recognition

○天野成昭(愛知淑徳大学)

単語親密度とは、単語の主観的な馴染みの程度を表す指標である。日本語の語彙特性第1巻(天野・近藤, 1999)には、文字呈示、音声呈示、及び文字と音声の同時呈示による約8万語の単語親密度が収録されている。単語親密度は音声言語認知に強い影響を及ぼす。単語親密度が高いほど単語の認知が速く(Fig. 1)かつ正確に(Fig. 2)行われ、音圧低下(Fig. 3.)や雑音重畳(Fig. 4.)に対する頑健性も高い。また単語親密度は場所や時間に依存しない再現性のある安定した指標である(Amano et al., 2007)。

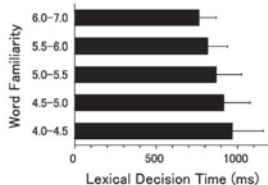


Fig. 1. Lexical decision time as a function of word familiarity.

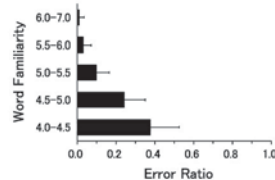


Fig. 2. Error ratio in lexical decision task as a function of word familiarity.

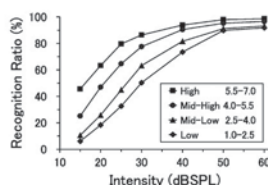


Fig. 3. Word recognition ratio as a function of intensity and word familiarity.

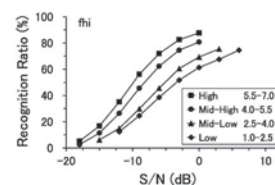


Fig. 4. Word recognition ratio as a function of SN ratio and word familiarity.

1-3-2

瞳孔・眼球運動反応からの 注意へのアプローチ

Approaches to auditory attention through eye-metrics

○古川茂人 (NTTCS 研)

- ◆ 感覚・知覚過程で注意は決定的に重要な役割を果たす。しかし、その定量化、メカニズムの解明は未だ十分ではない。
- ◆ 時々刻々と変化する注意状態を外部から観測するための客観的な指標が求められている。
- ◆ 瞳孔・眼球運動反応 (eye metrics) が注意の様々な側面と関連する神経活動を反映する。
- ◆ 本講演では、聴覚における外発的注意、内発的注意と eye metrics に関する当研究室の研究事例を紹介する。

1-4-1

1-4-1 音声感情認識における感情音声合成を用いたデータ拡張の効果の検証

Investigation of the effect of data augmentation using emotional speech synthesis in speech emotion recognition.

◎千葉祐弥, 能勢隆(東北大)

- ◆ 本研究では、Japanese Twitter-based Emotional Speech (JTES)を用いた音声感情認識において、感情音声合成を用いたデータ拡張を導入する。
- ◆ MFCC やパワー、基本周波数といった Low-Level Descriptors (LLDs) を用いる古典的なモデルと注意機構付き Bidirectional LSTM (BLSTM) の2種類のモデルでデータ拡張の効果を比較した。
- ◆ 認識実験により、学習データに対する線形補間に基づいてデータを拡張する Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE) と比較して、提案するデータ拡張手法は大きな認識精度の改善が得られることを示した (Fig. 2)。
- ◆ また、提案手法は各話者・各感情 20 発話程度を追加した段階で大きな改善が得られることも示された (Fig. 3)。

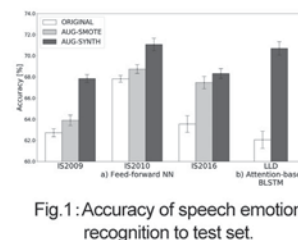


Fig. 1: Accuracy of speech emotion recognition to test set.

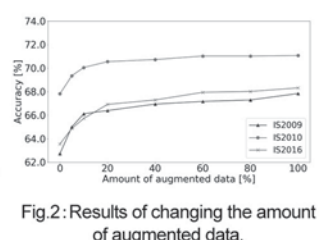


Fig. 2: Results of changing the amount of augmented data.

1-4-2

1-4-2 セグメント特徴量とBLSTMによるマルチストリーム音声感情認識

Multi-stream speech emotion recognition using BLSTM with segmental feature.

©千葉祐弥, 能勢隆, 伊藤彰則(東北大)

- ◆近年, 系列モデルを用いた音声感情認識が盛んに研究されている。
- ◆本研究では, 局所領域において LLD 系列を集約したセグメント特徴量を入力とすることで, 局所的な特徴量の変動とその時間変化の両方を考慮できる手法を検討する。
- ◆また, 入力系列のマルチストリーム化によって, 各音声パラメータを効果的に利用可能なネットワークを構築する (Fig. 1)。
- ◆結果より, 上記の手法を組み合わせた条件 (SegMulti) で平均認識精度 73.4%を得た (Table 1)。これは, 人間による評価結果 (75.5%)に迫る数値である。

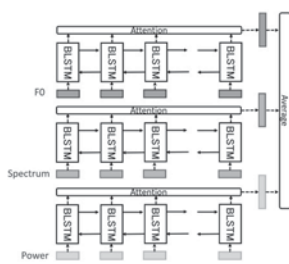


Fig. 1: Overview of the proposed multi-stream speech emotion recognition model.

Table 1: Experimental results [%]. The table shows the average accuracy and standard error of 10 trials.

Condition	Accuracy (Avg. ±SE)
Baseline [1]	70.9±0.63
SegSingle	71.8±0.68
SegMulti	73.4±0.53

1-4-4

1-4-4 The TJU & UT System: Effectiveness Exploration of the State-of-art Speaker Verification Systems on VoxSRC

○ Chang Zeng, Nobuaki Minematsu (UT),

Meng Liu, Lin Zhang, Dao Zhou, Ruiteng Zhang, Yibo Wu, Kai Li (TJU), Hiroshi Seki (Huiyan Technology (Tianjin) Co. Ltd, Longbiao Wang, Wenhuan Lu (TJU), Jianwu Dang (TJU & JAIST)

- ◆ The goal of the Voxceleb Speaker Recognition Challenge (VoxSRC) is to probe how well current methods can recognize speakers from speech obtained 'in the wild'.
- ◆ In this paper, we realized three types of promising state-of-art system with four different loss functions and gender-aware multitask learning including the classic GMM-UBM based i-vector method, TDNN-based deep embedding model, as well as CNN-based deep embedding model.
- ◆ The score fusion was also implemented to complement information from different subsystems.
- ◆ Finally, we achieved EER of 1.48% on VoxCeleb1 test dataset and 1.92% on VoxSRC test set.

1-4-3

1-4-3 発話感情認識における音韻・話者情報の低減

Reducing phoneme and speaker information in speech emotion recognition.

☆岡田慎太郎 (名大), 安藤厚志 (NTT/名大), 戸田智基 (名大)

- ◆ 発話感情認識において, 感情ラベル付き音声データの不足が問題で, 大量のラベルなし音声を用いた表現学習手法が注目されている。
- ◆ 表現学習で得られる潜在特徴は再構成に必要な情報を全て含むため, 感情認識に必要でないと考えられる情報も含まれている。
- ◆ 発話を音韻, 話者, 感情の3因子で構成されていると仮定し, 表現学習の潜在特徴に感情因子のみの抽出を目指す。
- ◆ 潜在特徴から音韻因子の影響を低減するために音素事後確率系列を, 話者因子の影響を低減するために話者表現ベクトルx-vectorを利用する表現学習手法を提案する。
- ◆ 既存法と提案法で実験的評価を行ったところ, 音韻因子の影響を低減する表現学習手法で1.6%の精度向上を示した。
- ◆ 音韻因子と話者因子の影響を低減する表現学習手法では, 既存法には勝るが, 音韻因子のみの影響を低減する表現学習手法の精度には至らなかった。

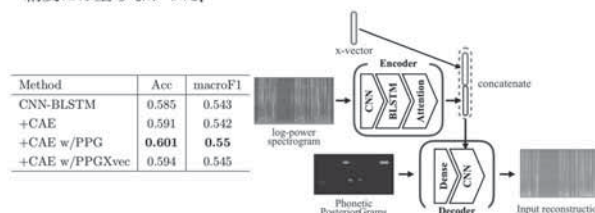


Table 1: Experiment result

Fig. 1: Training autoencoder of reducing phoneme and speaker information

1-4-5

1-4-5 Segment-level Influence of Gender, Nationality and Emotion Information for Text-independent Speaker Verification

Li Kai, Akagi Masato

- ◆ This study extracted segment-level embeddings by performing multitasking learning (MTL) and domain adversarial training (DAT) based on CNN in gender, nationality and emotion domains to encourage or suppress the information learning of different domains.
- ◆ The results show that gender and nationality information can enhance the performance of speaker verification by using MTL. At the same time, suppressing the learning of emotion information by using DAT can also improve the performance. Ultimately, compared with ResNet A-softmax baseline system, our proposed methods achieved 16.4% and 22.9% relative improvements in equal error rate (EER) for MTL and DAT systems.

Table 2 The results of MTL and DAT system based on gender, nationality and emotion labels in terms of EER and minDCF on two different databases.

System	Database	EER(%)	minDCF
ResNet Baseline	Voxceleb1	5.12	0.051
MTG	Voxceleb1	4.77	0.047
MTN	Voxceleb1	4.60	0.046
MTGN	Voxceleb1	4.59	0.045
Fusion1	Voxceleb1	4.40	0.0438
Fusion2	Voxceleb1	4.28	0.042
ResNet Baseline	IEMOCAP	16.78	0.165
EADT	IEMOCAP	12.94	0.128

1-5-1

合成音 /na/, /da/ の知覚における韓国語話者と日本語話者の比較

Perception on synthesized /na/ and /da/ for native speakers of Korean and Japanese

☆ユン ジョン, 荒井隆行 (上智大・理工)

- ◆ Klatt 合成器で作成した CV 音節の刺激連続体を用いて、韓国語と日本語の母語話者を対象にそれぞれ鼻音の知覚を調べた2つの先行研究のデータから、共通する刺激に限定し聴取傾向を再分析した。
- ◆ 識別実験 (Fig.1) と /na/らしさの評定実験のデータを比較した結果、韓国語話者は鼻腔共鳴の音響特性が含まれていない刺激に対しても子音の有声区間が長くなるにつれ、鼻音の聴取率が上がった。
- ◆ 一方、日本語母語話者が鼻腔共鳴の音響特性が含まれていない刺激に対し鼻音を知覚するケースは極めて少なかった。

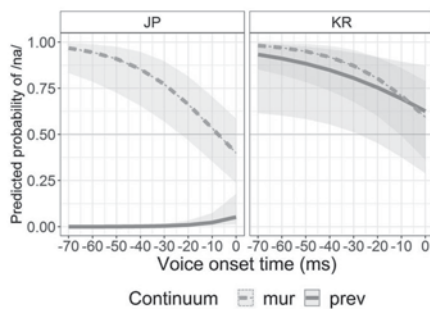


Fig.1: Predicted proportion of /na/ response based on the linear mixed-effects model shown with the 95% confidence band. (mur: nasal consonant + oral vowel, prev: oral consonant + oral vowel)

1-5-3

1-5-3 局部時間ランダムイズ・モザイク音声の明瞭度

Intelligibility of locally time-scrambled speech

○江口 輝, 上田 和夫, レメイン ジェラード B., 中島 祥好 (九州大)

- ◆ 音声をスペクトログラム上で一定の時間幅、周波数幅に区切り、各区画のパワー平均値を用いて白色雑音で駆動した音声をモザイク音声と呼ぶ
- ◆ 本研究では、モザイク音声の時間順序を局所的にランダム化した、局部時間ランダムイズ・モザイク音声の明瞭度を測定し、モザイク音声の明瞭度と比較した。
- ◆ 区間長 40 ms の条件を除き、局部時間ランダムイズ・モザイク音声の方が明瞭度が高かった。
- ◆ 局部時間ランダムイズ・モザイク音声の明瞭度はランダムイズ区間長によって決まり、区画長は結果に明確な影響を及ぼさなかった。

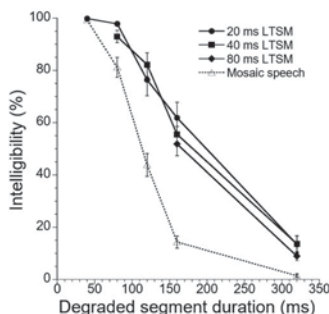


Fig.1: Percentage of mora intelligibility of mosaic speech and Locally Time-Scrambled Mosaic speech (LTSM) as a function of degraded (and mosaic) segment duration (n = 8). Error bars show standard errors

1-5-2

1-5-2 日本人スペイン語学習者はスペイン語の強勢をどのように知覚するか

How do Japanese learners of Spanish perceive Spanish lexical stress?

○木村琢也 (清泉女子大・文), 荒井隆行 (上智大・理工)

- ◆ スペイン語は語ごとに強勢音節の位置が決まっている (例: número 「番号」, número 「私は番号をつける」, número 「彼/彼女は番号をつけた」, いずれも下線部に強勢あり)。強勢知覚の音響的キューとしては、第一に基本周波数 (f_0)、第二に音節長が重要であることが知られている。
- ◆ 日本語を母語とするスペイン語学習者 (J) は下降イントネーション下では強勢音節の位置を正しく知覚するが、上昇イントネーション下では誤って知覚する傾向がある。^[1]
- ◆ 音韻的にあり得るスペイン語の無意味語 ladebo を上昇イントネーションの文脈に置いた文をスペイン人男性に発音してもらい、Praat を用いて f_0 上昇のタイミングを 10 通り、音節の長さを 7 通りに操作した音声を刺激として、S 52 名、J 47 名に聞かせて第 1, 第 2, 第 3 音節のいずれに強勢があるかを判定してもらった。
- ◆ S も J も f_0 が急上昇することを強勢知覚のキューとして利用していること、S はそれに加えて相対的な音節長も強勢の知覚に利用しているが、J は S ほど音節長と強勢を結びつけていないことがわかった。

[1] Kimura et al., *Estudios de Fonética Experimental*, 21, 11-42, 2012. <https://www.ub.edu/journalofexperimentalphonetics/pdf-articles/XXI-05-TKimura.pdf>

1-5-4

1-5-4 自発発話音声に見られるアクセント音調と句音調の動的特徴

Dynamic characteristics of accentual tone and phrase intonation observed in spontaneous utterances

○佐藤大和 (東京外大)

- ◆ 従来から主に研究されてきた「読上げ音声」ではなく、自発発話音声に見られる音調特性を分析し、得られた知見と問題点を提示する。(分析資料: 「日本語話し言葉コーパス」独話資料 (模擬講演))
- (1) 句音調は必ずしも音調の (下降成分) と (アクセント成分) の重量モデルとはならないこと、また、句音調には、卓立型音調様式と非卓立型音調様式があることを示す。Fig. 1 に句音調の動態例を示す。
- (2) 音調上のアクセント位置は必ずしもアクセント拍上にはなく、「遅下がり」現象となること、およびその原因に関して論ずる。
- (3) アクセント核の後のピッチ下降特性の下降量は様々であり、アクセント感覚に関わる降下と、アクセント単位の終結あるいは句の終結のためのピッチ下降と区別する必要性のあることを述べる。
- (4) 以上を踏まえて、アクセント句音調を構造的に捉えるモデルを提示する。

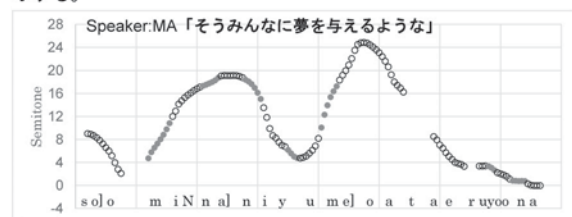


Fig. 1 An example of prominent type intonation in spontaneously uttered Japanese phrases

1-5-5

1-5-5 鼻音生成時の声道形状の抽出と音響特性の解析

Extraction of the vocal tract shape during production of nasals and its acoustic analysis

☆杉浦唯, 竹本浩典(千葉工大), 北村達也(甲南大), 内尾紀彦, 鴻信義(慈恵医大)

- ◆鼻腔・副鼻腔の手術により音声は変化する。
- ◆鼻音生成時の術前・術後の鼻腔・副鼻腔の形状をCTで計測し、その形状と音響特性の変化をシミュレーションで検討することによって、手術による音声の変化を予測しようとしている。
- ◆本研究では、明瞭に画像化されない声門の開度と、体組織と空気を分離する閾値を、シミュレーションした伝達関数と録音した音声スペクトルを比較することによって検討した。
- ◆その結果、声門は閉じているとみなしてよいこと、閾値はCT値で-190であることが明らかになった (Fig. 1)。

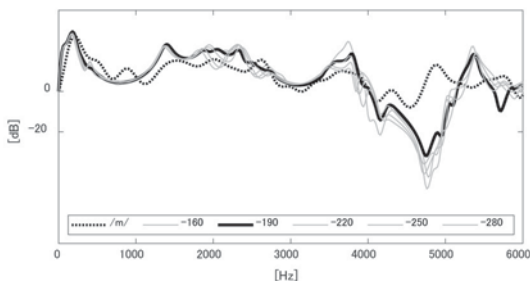


Fig.1: Spectrum of /m/ and transfer functions calculated from vocal tract extracted at five different thresholds

1-5-7

1-5-7 rtMRI を用いたオペラ歌唱における喉頭と横隔膜の制御の観察

Observation of larynx and diaphragm control in opera singing using rtMRI,

◎高橋純(神戸学院大), ○竹本浩典(千葉工大), 榊原健一(北医療大)

- ◆クラシック音楽の優れた歌手は、喉頭や横隔膜など直接目には見えない器官を精緻に制御する身体技術を長い時間をかけて習得する。
- ◆本研究の目的は、プロのオペラ歌手と声楽を学ぶ学生の歌唱における身体技術を比較検討することである。
- ◆歌唱中の声道や胸部・腹部を rtMRI で撮像した。Fig. 1 で示す胸部・腹部の動画から、①横隔膜 ②胸部、③下腹部の変位をカイモグラフ (Fig 2) で分析した。
- ◆プロでは歌唱時に胸部は膨張した状態、下腹部は収縮した状態、横隔膜は低い位置をできるだけ維持しながら、音高によって横隔膜の変位を細かく制御していた。すなわち、呼気流の制御を横隔膜で一元管理していると考えられる。

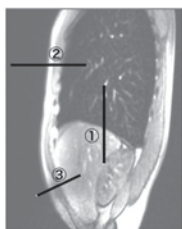


Fig.1:Kymograph positions for diaphragm, chest, lower abdomen

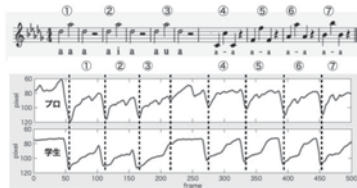


Fig.2:Displacement of the Diaphragm

1-5-6

1-5-6 歌唱と朗読における母音の比較分析—声楽経験及びドイツ語経験の影響—

An analysis of German vowels between singing and reading: Considering the experiences of vocal music and German learning

◎粕谷麻里乃(東邦音大・音), 荒井隆行(上智大・理工)

- ◆目的: 歌唱と朗読の母音の実態を音響的手法により明らかにする。本研究の特色は、声楽経験、並びにドイツ語習熟度を考慮して分析する点である。将来は、声楽のための外国語発音指導法、並びに関連教材の作成を目指す。
- ◆背景: 日独両言語は音素目録が異なり、日本語母語話者の歌唱発音指導はカナ字読みの影響を受ける。しかし、声楽における発音は指導者の感覚に任せられるところが大きい。
- ◆実験: ドイツ語歌曲を原語で歌った音声、歌詞を朗読した音声を録音した。被験者は、声楽経験・ドイツ語習熟度を考慮した5名とした。Praatによりフォルマント周波数(F1-F5)の測定を行った。
- ◆結果: 声楽経験者は、歌唱時に「母音の移住」のような現象を起こす一方、声楽未経験者は、歌唱時にも共鳴腔を広く確保できず朗読時と変わらなかった。特に前舌母音に違いが顕著であった。

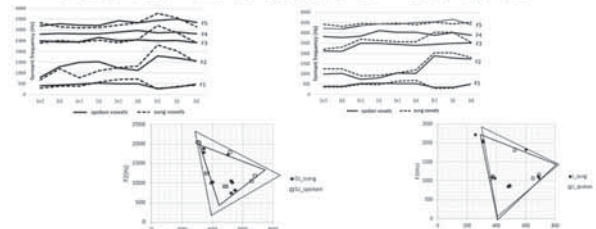


Fig.1: Formants of German vowels read and sung by Tenor singers. (Participants: L: Japanese singer, R: Japanese speaker)

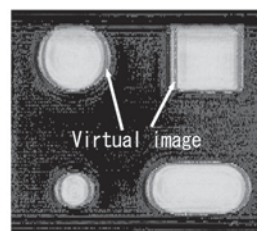
1-6-1

1-6-1 空中超音波探傷における虚像と受信信号の解析

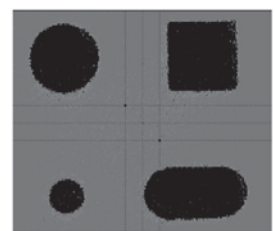
Analysis of Virtual Image and Received Signal in Air-coupled Ultrasonic Testing

◎田中雄介, △阿部晃, △野地正明, △柘植延啓, △小倉幸夫(ジャンプロープ)

- ◆空中超音波探傷の透過画像において計測条件により虚像が発生する。
- ◆虚像の原因の一つに試験体内部で広がった多重反射信号がある。
- ◆多重反射信号が大きな受信面に対して異なるタイミングで受信し、振幅変動が発生する。振幅変動部分が虚像になる。
- ◆受信面を小さくすること、受信探触子を試験体から遠くに配置することにより虚像の低減が可能である。
- ◆受信探触子を試験体から遠くに配置しすぎると、試験体外周からのエッジ波を受信してしまい、別の虚像となる。



(a) Large area



(b) Small area

Figure 1. Ultrasonic imaging using probe with large and small receiving area.

1-6-2

1-6-2 音響整合層に粘着テープを用いた
圧電高分子振動子の製作とその評価について

Evaluation and technique on making the P(VDF/TrFE) piezoelectric element with using an adhesive-tape

○高橋貞幸(山形大・地域教育文化)

◆本研究では、先行研究に引き続き、空気中で効率よく、高周波超音波の送受信を行うため、P(VDF/TrFE)圧電振動子上に音響整合層(材)として、ポリエステルフィルムを用いたことを報告する。

ポリエステルフィルムを音響整合層(材)に用いる理由は、P(VDF/TrFE)圧電材料[音響インピーダンス値 $4.53(10^6 \text{kg/m}^2\text{s})$]よりも更に小さく、音響インピーダンス値が $2.7(10^6 \text{kg/m}^2\text{s})$ であるためである(媒質は空気)。加えて、この研究で用いたポリエステルフィルムは、市販の粘着テープであるため、取り扱いが容易である。

◆Figure.1 に、厚み 170 μm の P(VDF/TrFE)圧電振動子と、この P(VDF/TrFE)圧電振動子上にポリエステルフィルム(接着層を含む厚み 100 μm)を張り付けたときの、性能曲線を示した。本研究では、音響整合層を付加したときの P(VDF/TrFE)圧電振動子の周波数および効率変化について、報告する。

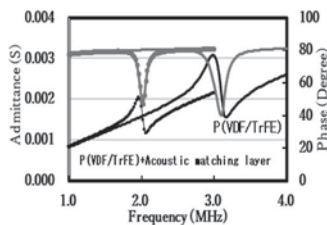


Figure 1. Observed response-curves of the P(VDF/TrFE)-film and the same film with an acoustic matching layer (polyester).

1-6-4

1-6-4 金属導波路を用いた超音波顕微鏡の
基礎的検討

Ultrasonic microscope using metal waveguide

☆篠田航平, Chen Kang(東大)

入江喬介(マイクロソニック), 飯島高志(産総研), 森田剛(東大)

- ◆細径導波路を用いた超音波顕微鏡の開発において、従来の石英ガラスに代わる導波路の材質として金属ガラスの有用性を検討した。
- ◆金属ガラスと3種類の金属で導波路を製作し、水中の反射体へ向けての超音波の送受信実験を行った。
- ◆金属ガラスは他の金属に比べ低減衰で広帯域の超音波を伝搬することを確認した。Fig. 1より、金属ガラスは高周波領域に広い帯域を持つことがわかった。
- ◆Fig. 2に示すように、一軸スキャンにより反射体の音響インピーダンス差に起因する反射波振幅の差異を確認した。また、金属ガラス導波路から照射したビーム径は35 μm 程度であると推定される
- ◆これらの結果より、高周波超音波の伝搬媒質としての金属ガラスの有用性を確認した。

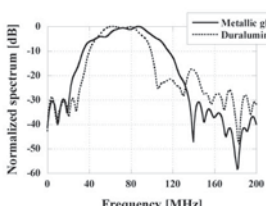


Fig. 1 Spectra of reflected waves

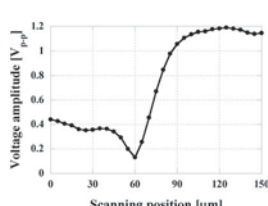


Fig. 2 Voltage amplitude of reflected wave

1-6-3

1-6-3 高速度域に対応した超音波流速計の構成

Configuration of an ultrasonic anemometer for high-speed wind environment

☆黒川幸輝, 鈴木厚行(徳山高専)

- ◆従来の超音波流速計は高速度領域の風環境では、超音波ビームが風に流されてしまい超音波受信機に到達せず正常に動作しない。そこで、超音波ビームの発射角度を風上方向に調節する方法を考案した。
- ◆40 kHzの超音波を送受信する超音波流速計を試作した。
- ◆高速度領域の風を再現する風洞を製作した。
- ◆超音波の放出方向に対して垂直方向に風をあて、超音波の伝搬にどのような影響があるか測定した。送受信部を風上方向にそれぞれ 50°傾けて超音波を放出した場合、風速が高くなるにつれて計測できた割合が上昇していることが分かった (Fig. 1)。風上方向に放出された超音波が風によって湾曲し、受信機に到達したものとする。

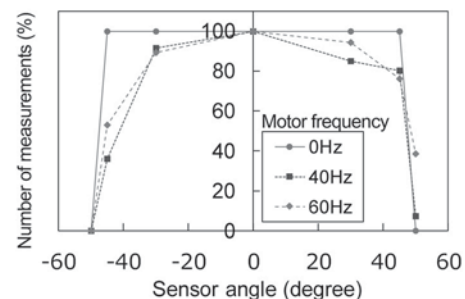


Fig.1: Relationships between sensor angle and a number of measurements.

1-6-5

1-6-5 ポリエチレンの超音波直接接合の
機構解明

Elucidation of the mechanism of direct ultrasonic joining of Polyethylene

○足立和成, 小笠原渉, 三枝賢児(山形大大学院理工)

超音波プラスチック接合の技術は、自動車産業を中心とした幅広い産業分野において活用されている優れた加工技術だが、その接合機構は十分解明されているとは言い難く、そのことがこの技術の進歩とそのさらなる活用を妨げている。かつては、大振幅の超音波振動が引き起こすプラスチック部品界面の発熱による熱融着がその機構と信じられていたが、筆者らの近年の研究により、その機構を熱融着の効果に帰することが出来ないことが分かってきた。そこで著者らは、同一組成で分子構造が比較的単純なポリエチレン (PE) 3種 (直鎖低密度ポリエチレン: L-LDPE、低密度ポリエチレン: LDPE、高密度ポリエチレン: HDPE) の厚さ0.1mmの2枚のフィルム状試料について、ねじれ振動系を用いた超音波直接接合の実験を行い、接合諸条件と接合強度との関係を実験的に調べることで、L-LDPEについては電子線架橋の影響、LDPEとHDPEについては結晶性の違いの観点から考察し、PEの超音波直接接合の機構を明らかにした。

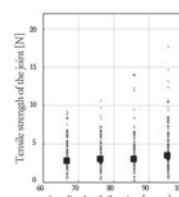


Fig.A Tensile strength of the joint vs. amplitude of ultrasonic torsional vibration for L-LDPE film without electron-beam irradiation.

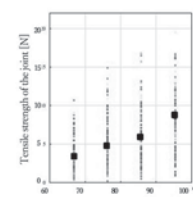


Fig.B Same as in Fig.5 but with electron-beam irradiation of 50 kGy.

1-6-6

1-6-6 3本のボルト締めランジュバン型振動子を用いたプレス加工機の構成

Configuration of Press Machine Using Three Bolt-clamped Langevin-type Transducers

鈴木厚行, ☆山崎達矢 (徳山高専), 辻野次郎丸 (神奈川大学)

- ◆高張力鋼板等の高強度化に伴い従来のプレス加工機では加工が難しいケースが増えてきた。
- ◆金属に超音波を印加すると変形抵抗が低減する効果がある。そこで、超音波を適用したプレス加工機を試作し、広い面積のプレス加工への応用を試み、超音波振動の印加方法などを探った。
- ◆3本のボルト締めランジュバン型振動子 (BLT) を用いたプレス加工機を試作し、振動特性や変形特性等について検討した。金型部で大きな振動振幅を得ることはできず、振動エネルギーは分散されているようである。幅広の変形試料を用いてプレス加工した場合、超音波の効果は見られなかったが、短冊状変形試料を用いた場合には僅かながら超音波の効果が見られた (Fig.1)。
- ◆今後はBLTの共振周波数で駆動できるように調整し、超音波振動のエネルギーが金型部で分散しないような工夫をしたい。

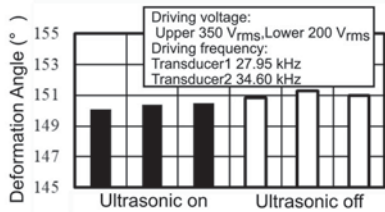


Fig.1: Deformation angle when ultrasonic vibrations were applied and when they were not applied.

1-6-8

1-6-8 縦一ねじり複合振動源を用いた異種金属の接合 —接合試料の寸法の違いによる接合特性—

Welding dissimilar metals using a combined longitudinal-torsional vibration source -Welding characteristics due to the difference in length of the welding sample -

☆佐久間晴樹, 浅見拓哉, 三浦 光 (日大・理工)

- ◆本稿では面状振動及び線状振動を用いた超音波接合をアルミニウム板の寸法を変えて行い、接合特性について検討した。また、有限要素法を用いて振動の解析を行い、上述の結果と比較した。
- ◆Fig.1 は有限要素法によるアルミニウム板の長さを変えた場合の板内における最大変位振幅の結果であり、Fig.2 は接合実験における接合強度の結果である。縦振動(29.32 kHz)を用いた場合はアルミニウム板の振動が大きい場合に接合が困難になる長さがあり、ねじり振動(19.15 kHz)のように周波数を変えると接合への影響がなくなった。

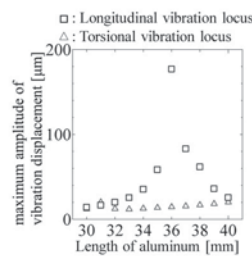


Fig. 1. Relationship between the length of the aluminum plate and the maximum amplitude of vibration displacement.

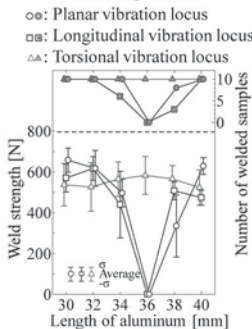


Fig. 2. Relationship between the length aluminum plate and weld strength.

1-6-7

1-6-7 複数音源による板状浮揚物体に働く保持力特性 —近距離場音波浮揚による非接触ステッピング搬送(15)—

Holding force characteristic acting on a tabular object by vibration sources, -Noncontact stepping transportation using near-field acoustic levitation (15)-

☆青野浩平, 青柳学 (室蘭工大・院)

- ◆音源の挟み込み構造による保持力および隣接した音源が発生する搬送力を磁力との平衡により測定し、解析結果と比較した。
- ◆Fig.1に挟み込み構造における振動位相差 θ に対する保持力 F を示す。保持力は上下の振動位相差 θ が 180° 付近で最大となり、位相差 θ 減少するに伴い保持力が低下することが分かった。
- ◆Fig.2に振幅比 a に対する搬送力 F を示す。ここで、振幅比 a は搬送元の振動振幅 $2\mu\text{m}$ に対する搬送先の振動振幅との比である。振幅比 a を増加させることで搬送力が増加し、搬送先振動面と重なる位置 L_c が 5mm のとき振幅比 a が 0.5 以下では搬送されないことが分かった。
- ◆測定した保持力および搬送力は解析結果と定性的に一致した。

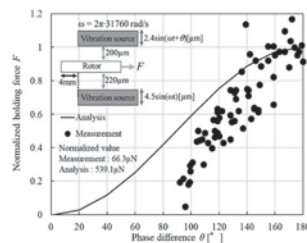


Fig.1 Phase difference θ vs. normalized holding force F by opposing vibration sources.

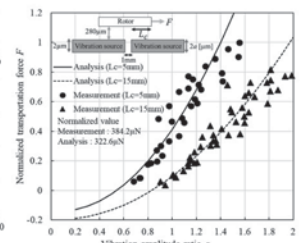


Fig.2 Vibration amplitude ratio a vs. normalized transportation force F .

1-6-9

1-6-9 音響流解析による浮揚物体の多次元方向への動作検討

—近距離場音波浮揚による非接触ステッピング搬送(14)— Consideration of multi-dimensional motion of levitated object by acoustic streaming analysis, -Noncontact stepping transportation using near-field acoustic levitation(14)-

☆菊地航平, 梶原秀一, 青柳学(室蘭工大)

- ◆本稿では複数の振動板で構成される平面上で、近距離場音波浮揚による平板の非接触搬送中にみられる浮揚物体の回転現象についての解析結果を報告する。
- ◆浮揚物体の位置を振動板からずらした場合の浮揚物体に生じる回転トルクの解析結果をFig.1に示す。Fig.1から浮揚物体がずれることで回転トルクが生じることがわかる。
- ◆Fig.2に浮揚物体の右側、左側で発生する保持力の差と浮揚物体の関係性を示す。両者の増減傾向が概ね一致していた。したがって、浮揚物体の位置が振動板の中心からずれることで生じる保持力差が浮揚物体の回転の原因といえることがわかった。

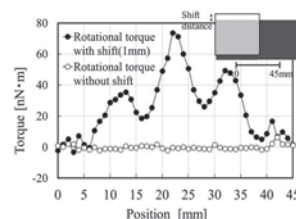


Fig.1 Simulated rotational torque of levitated object with and without shift.

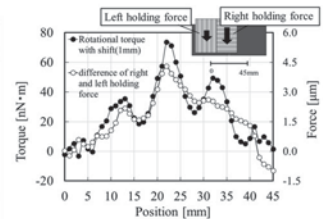


Fig.2 Simulated rotational torque of levitated object with shift and difference of right and left holding force.

1-6-10

1-6-10 超音波定在波中に
浮揚する様々な粉体の挙動

Behavior of various powders levitating in ultrasonic standing waves

☆小松浩之, 小山大介, 松川真美(同志社大)

- ◆本研究では、たわみ振動板と反射板からなる超音波導波路を利用し、その内部に発生する音響定在波を利用した粉体の非接触搬送を目指している。本報告では、粉体の浮揚体積および質量の時間変化について検討した。
- ◆浮揚する粉体楕円体に回転が生じ(Fig. 1)、その遠心力が浮揚保持力を上回ることにより、粉体が飛散する現象が観測された。この飛散現象を繰り返した後、粉体の挙動は安定し、一つの浮揚箇所における粉体の質量は1.2~2.1 mgの範囲に収束することが分かった(Fig. 2)。
- ◆今後粉体の浮揚量の増加を目指し、粉体の回転を抑制した装置の開発を行いたい。

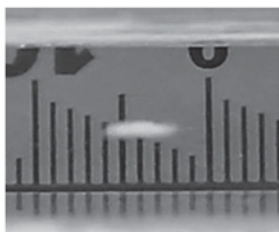


Fig.1: Levitating powder (Potato starch).

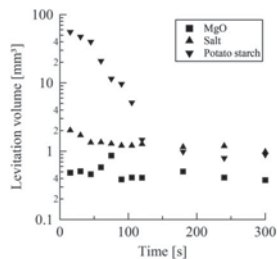


Fig.2: Change in levitation quantity with respect to time.

1-6-12

1-6-12 超音波による液体の温度上昇に関する検討

Study on the temperature rise of liquid by ultrasound.

☆山田悠太郎(愛工大), 畑中信一(電通大),

△佐藤正典(本多電子), 小塚晃透(愛工大)

- ◆超音波は媒質中を波として伝搬していく過程で、反射や屈折、透過、吸収などの現象が起こる。この吸収により媒質の温度上昇が生じ、これは超音波ハイパーサーミアなどの癌温熱療法に活用されている。
- ◆本研究では、液体媒質中を伝搬する超音波による、液体の温度上昇について実験的に調べたので報告する。
- ◆試験管内に比重が異なる液体として、油と水を入れた場合に下方から超音波を照射すると、油は急激に温度上昇し始めた。

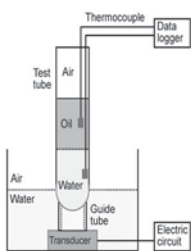


Fig. 1. Experimental apparatus.

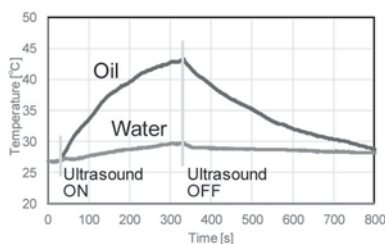


Fig. 2. Temperature vs. time curves for oil and water-round bottom.-

1-6-11

1-6-11 Suppression of acoustic streaming in inhomogeneous fluids and its application for separation of bacteria from blood lysate

○ Wei Qiu (Lund Univ., Fac. Eng.), Henrik Bruus (Tech. Univ. of Denmark, Dept. Phys.), Per Augustsson (Lund Univ., Fac. Eng.)

- ◆The acoustic streaming is investigated in a glass-silicon microchannel as it evolves in fluids made inhomogeneous in density and compressibility by the addition of solute molecules.
- ◆The streaming is greatly suppressed in the bulk and confined to a narrow region close to the walls, due to the competition between the boundary-induced streaming stress and the inhomogeneity-induced acoustic body force.
- ◆The streaming rolls expand from the walls into the bulk as the inhomogeneity is smeared out by diffusion and advection.
- ◆ The efficient suppression of streaming enables manipulation of submicron particles using acoustic radiation force, and the separation of bacteria from blood lysate is demonstrated.

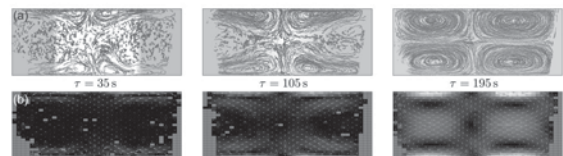


Fig.1: The acoustic streaming observed in the vertical y-z cross section of width $W = 375 \mu\text{m}$ and height $H = 133 \mu\text{m}$ at time $\tau = 35, 105, \text{ and } 195 \text{ s}$ using the 10% Ficoll PM70 at the center and Milli-Q water at the sides. (a) Experimental particle positions (blue points) with a color plot of the solute concentration. (b) Color plot of the streaming velocity amplitude from $0 \mu\text{m/s}$ (black) to $45 \mu\text{m/s}$ (white) overlaid with a vector plot (cyan). Spatial bins with no data points are excluded (gray).

1-6-13

1-6-13 超音波液晶レンズの形状が光学特性に与える影響

Effects of the configuration on an ultrasound liquid crystal lens

☆岩瀬貴大, △原田裕生, △福井鞠奈, 小山大介(同志社大)

- ◆超音波振動を用いることにより、透明電極を必要としない可変焦点液晶レンズを開発した。
- ◆レンズの形状パラメータがレンズの光学特性に与える影響及び、振動モードと透過光分布の関係について検討した。
- ◆印加電圧増加に伴いレンズの焦点距離は減少し、凸レンズの特性を示した(Fig. 1)。振動子形状によって、レンズ効果が確認できる最小印加電圧と最大焦点変化距離に差が認められた。
- ◆周波数の異なる2つの共振モードにおいて、振動分布と透過光分布を比較した結果、駆動周波数と液晶層中の音場の共振周波数の差が近いほど、より効率的にレンズ効果が得られることが示唆された。

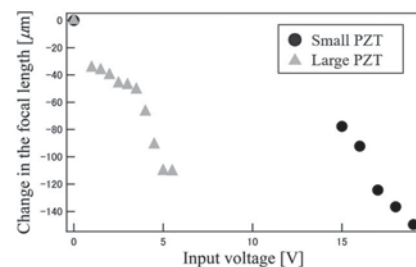


Fig.1: Relationships between the input voltage and the focal length at each resonance frequency.

● Small PZT; ▲ Large PZT

1-6-14

1-6-14 強力空中超音波を照射した微小容器壁面の振動特性
 Characteristic vibration of small container wall irradiated with high-intensity aerial ultrasonic waves.
 ☆上田颯, 大隅歩, 伊藤洋一(日大・理工)

- ◆強力空中超音波を利用して、容器外から微小容器内の液体を非接触で攪拌する新たな手法を提案し、研究を行っている。
- ◆本報告では、強力空中超音波照射による微小容器内液体の攪拌メカニズムを解明するため、攪拌前後における容器の音波照射壁面の振動速度特性を調査し、検討した。

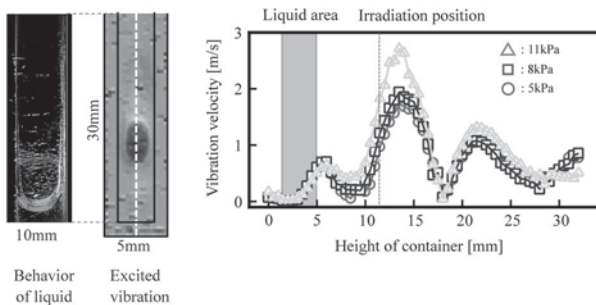


Fig.1 Vibration velocity distribution on surface of container wall

Fig.2 Vibration velocity distribution on surface of container along dot line in Fig.1

1-6-16

1-6-16 強力空中線集束超音波励起によるガイド波を利用した固体材料の非破壊評価
 Non-destructive evaluation of solid materials using guided wave generated by high-intensity aerial line focus ultrasonic
 ☆佐久間渉, 大隅歩, 伊藤洋一(日大・理工)

- ◆強力空中超音波照射により励起されたガイド波を利用した非破壊検査法の研究を行っている。
- ◆先行研究では、強力音波の非線形性を利用した多周波イメージングを行うため、照射音波強度が高い点集束空中超音波を用いた。しかし、点集束音波による励起では球面状のガイド波が発生するため、欠陥のイメージングにおいては、伝搬に伴う減衰や不規則な多重散乱の影響が懸念される。
- ◆本報告では強力空中線集束超音波励起により発生された平面状のガイド波を利用した非破壊検査について検討を行っている。

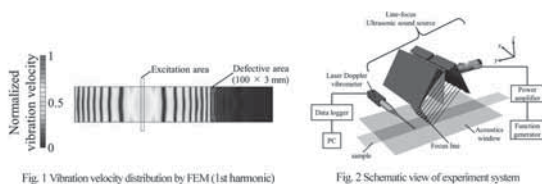
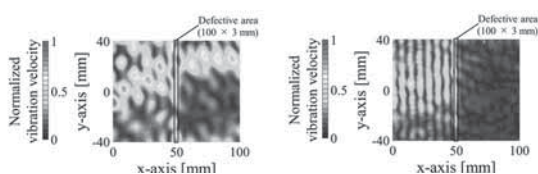


Fig. 1 Vibration velocity distribution by FEM (1st harmonic)

Fig. 2 Schematic view of experiment system



1-6-15

1-6-15 半球殻ステータを用いた超音波モータの試作特性
 Prototype characteristics of spherical ultrasonic motor using hemispherical shell-like stator
 ☆合田健斗, 梶原秀一, 青柳学(室蘭工大・院)

- ◆半球殻ステータを用いた多自由度超音波モータ(MDOF-USM)はステータの軽量化に加え、先行研究に比べて振動損失の低減、駆動力の増大化が期待される。本稿では、半球殻ステータの励振方法および試作特性について報告する。
- ◆Fig.1 に示す半球殻の固有振動モードを用いて、振動モード回転型と定在波型の動作原理に基づく多自由度回転を実現した。Fig.2 に試作した半球殻ステータを示す。同図中のアーチ形圧電板(PZT)への電圧入力パターンによりモードの励振、回転方法および方向を切り替える。
- ◆試作した MDOF-USM は 29.0 kHz 近傍で振動モードの形成および各方向へのロータの移送が確認された。z 軸回転における回転速度の測定例を Fig.3 示す。入力インピーダンスが非常に高く、回転トルクや回転速度などモータとして十分な特性は得られなかった。

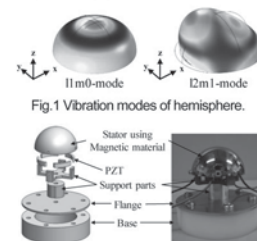


Fig.2 Prototype MDOF-USM stator using hemispherical shell and support structure.

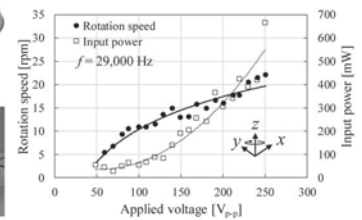


Fig. 3 Rotation speed characteristics in z-axis rotation

1-8-1

1-8-1 (招待講演) 水泳競技と音
 Water sports and sound
 ○源 純夏(徳島ライフセービングクラブ)

- ◆スポーツと音響、この2つを並べ考えたときに最初はなんの言葉も思いつかず、むしろ文系と理系のようなまったく違った本質で交わることのないイメージを思い浮かべてしまったことが自分の中の始まりであった。
- ◆競泳選手時代、泳いでいるときに聞こえていたモノが「水の音」だと考えることもなく過ごした時間が長かった影響も考えられる。
- ◆そんな小学生の頃からの競泳選手のキャリアと現在はライフセービングやSUP (Stand Up Paddleboard) などのマリンスポーツを実施する中で、「音」に関わる事柄を探し出し、考えていくことは私にとっても、スポーツ界にとっても新たな視点になることは間違いがないと感じている。
- ◆今年、東京オリンピックパラリンピックが開催され多くの感動や涙、そしてたくさんの物語が誕生するだろう。しかしこの2020年をピークにしてはならない。この年を契機にスポーツの価値そのものが見直され、多くの人がスポーツに参加し、親しむためにもこの分野の発展は大いに役立つだろう。

1-8-2

1-8-2 スポーツ音響への応用に適したアンサンブル平均を用いた吸音特性の現場測定法 -不均一な試料の測定に関する検討-

An in-situ measurement method for sound absorption at athletic field using ensemble averaging technique -Application to a non-uniform material-
○大鶴 徹、富来 礼次(大分大)、岡本 則子(北九大)
ラウンワデーケル シワット、坂本 憲昭(大分大)

- ◆不均一な材で構成されるフィールドにおいて EA 法を適用し吸音率を求める際に不可欠な基盤として、BEM シミュレーション、並びに、多孔質 粘土タイルの測定結果を報告し、EA 法で測定される吸音率の特徴を明らかにした。
- ◆EA 法で得られる吸音率 (α) は、系のエルゴード性の仮定のもと、位置や振幅・位相がランダムな複数音源に関する α_0 のアンサンブル平均とみなせ、ピーク・ディップの少ない特性が安定的に得られる。
- ◆多孔質粘土タイルの吸音率を EA 法で測定し管内法による値と比較した結果が Fig. 1 である。BEM シミュレーションで得られる $\langle \alpha \rangle \approx \alpha_0$ という結果に対応する傾向が確認された。

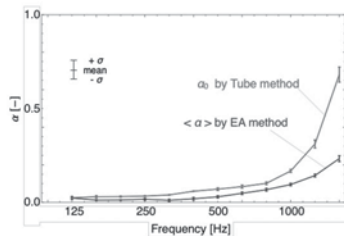


Fig.1: Comparison of sound absorption coefficient mean values with standard deviations: EA method vs tube method.

1-8-4

1-8-4 聴覚障がい者のための AR グラスを用いたスポーツ観戦支援 Sports watching support system using AR glass for hearing impaired people

☆小林雅亮, 西田昌史, △綱川隆司, 西村雅史(静岡大学)

- ◆従来手法の SmartEyeglass を用いた可視化に対する評価をもとに、新たな音の可視化システムについての検討を行った。
- ◆障がいの有無に関わらずスポーツ観戦を楽しむことが可能な環境を提供するために AR グラスの MOVERIO BT-300 を用いた音の可視化システムを新たに提案した。
- ◆システムを評価するため、サッカーとバスケットボールに対する可視化について健常者 10 名に対して評価実験を行った。
- ◆観戦の雰囲気はどの程度伝わるかという問いに対する 5 段階評価において、イラストの付与 (3.8 点)、イラストの大小 (4 点)、音量可視化 (4.5 点) の 3 つが高い評価を受けた。



Fig.1: Example of the sound visualization system (Basketball)

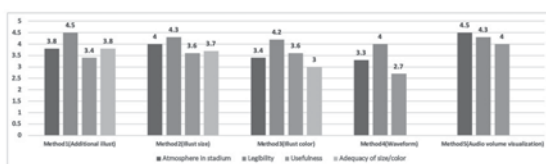


Fig.2: Result of the questionnaire (Basketball)

1-8-3

1-8-3 ブラインドサッカーにおける聴覚知覚能力の向上に関する研究

Study on improvement of auditory perception ability in blind soccer.

☆サントス英二泉(神奈川工科大)、三浦貴大(産総研)、福永克己(筑波技術大)、上田麻理(神奈川工科大)

- ◆【目的】ブラインドサッカー競技における音による距離定位に着目し、パス時のボールにおける距離減衰特性を明らかにする。この結果を基に、音での距離定位能力の向上を図るための訓練システムを開発する。
- ◆【方法】ボールが蹴られた際の音を録音し音響解析を行った(計測セットアップ・地点は下図を参照)。ボールをパスする人(下図のP)が、0mの地点から20m先にいるボールを受ける人(下図のR)に向かってボールを蹴る。パスの種類はグラウンダーとした。パスの強さは、通常の強さ(Nパス)、通常よりも強いパス(Sパス)の2種類とした。
- ◆【結果】P地点から離れるに連れて、実測値と線音源における音圧レベルの距離減衰式での計算結果の差が増した。特に、Nパスは8m地点から、Sパスでは10m地点から急激に減衰した。この差異は、Nパスの方が高い周波数を伴うキック音であったためと考えられる。
- ◆【システム試作】ボールの距離知覚を訓練するシステムを試作した。



Fig. 1 Actual measurement when passing a special ball

1-8-5

1-8-5 (招待講演)バレーボール競技ににおけるセッターが収集する必要な情報としての音

Sound as indispensable information for volleyball setters

○ヨーコ セッターランド(日本女子体育大学)

6人制バレーボールを本格的に始めたのは中学校1年生(12歳)、バレーボールの強豪校で、すでに全国大会出場を果たしていた学校の部活動で競技生活がスタートした。

バレーボール未経験者であったが、セッターのポジションを希望してはなかったのであるが、技術用語はおろか、ルールさえよく理解していない状況であった。当然のことながら技術が未熟だったこともあり、いつ、どこで、どのように集中してプレーをしてよいのかもわからず、試合中には周囲のすべての音が聞こえてきてしまい、緊張が頂点に達して混乱することも多々あった。経験を積み重ねるうちに技術も向上し、試合も場数を踏んだことにより、過度に緊張することも少なくなった。また、様々な試合会場で試合を体験したことにより、特に大きな会場での音の反響にも混乱することは無くなった。

一定のキャリアに達した後の試合では、自陣のコート上以外の「音」はインプレー中には小さくなる感覚に気付くようになった。ホーム、アウェーにかかわらず、周囲が大音量であればあるほど、自陣のコート上の「音」、すなわちチームメイトの指示の声をはききりと拾うことができるようになっていくことに気づいた。

バレーボールは3次元の空間でボールを扱うため、特にセッターのポジションは味方が360度あらゆる方向から返球してくるボールに対応し、配球しなくてはならない。視野に入りきらないエリアは必ず存在するため、反復練習で習得した空間認知の感覚と、チームメイトが発する有音である「声」と無音の「呼吸」から配球したい空間を特定していく。

キャリアを積み上げていくほどに「感覚」は無駄なものをそぎ落として鋭敏になっていくように思う。プレーに必要な「音」を確実に収集していく感覚もそのうちの一つである。

ボールを使用した反復練習や、フィジカルトレーニングからのアプローチによる競技力向上だけでなく、「音のとらえ方」といったアプローチも今後、考えられるのではないだろうか。

1-9-1

1-9-1 集合住宅における遮音性能の評価方法と住宅性能表示制度に関する考察

Study on Performance System and Sound Insulation Performance of Multi-family Housing

○井上勝夫、阪本一生(日大理工)、平光厚雄(国総研)

住宅品質確保促進法の目的は、欠陥住宅問題の未然防止や工事の請負契約及び売買契約の適正化、住宅の品質に対する意識の向上などを推進することであり、住宅性能表示制度において住宅の性能に関する表示基準、評価の制度を設け、紛争の処理体制を整備することにある。また、新築住宅の請負契約又は売買契約における担保責任について、特別の定めをすることにより、品質確保の促進、購入者利益の保護、紛争の迅速かつ適正な解決を行うこと(第1条)としている。住宅性能表示基準では、住宅の性能に関し表示すべき事項及び表示方法の基準を示し、性能評価基準において、性能表示基準に従い表示すべき性能に関する評価の方法の基準を示している。性能表示基準(国交省告示第1346号、平成15年4月30日)では、音環境に関する表示すべき性能項目として、(1)重量床衝撃音遮断性能、(2)軽量床衝撃音遮断性能、(3)界壁の透過損失等級、(4)外壁開口部の透過損失等級の4項目を掲げている。

本稿は住宅品質確保促進法で示している住宅性能表示制度の音環境に関する項目の普及状況及び今後の方向性について解説するとともに、集合住宅における音環境性能のうち、各部の遮音性能に関する主要項目の評価方法について、今後の方向性について検討したものである。

1-9-3

集合住宅の遮音性能評価に関する日本建築学会の規準

Standard of Sound Insulation in Apartment Houses of Architectural Institute of Japan

○田端淳(大成建設)、平松友孝(音環境研究所)

「集合住宅の遮音性能・遮音設計の考え方(日本建築学会編、2016.1)」の刊行に至る経緯、概要、刊行後の状況について報告する。

【経緯】

集合住宅の普及に伴い、顕在化してきた音環境問題に対応するため、日本建築学会では、関連JIS化に合わせ、1997年に「建築物の遮音性能基準と設計指針(第二版)」を刊行した。同書は長きに亘り遮音性能規準として位置付けられている。その後、集合住宅を取り巻く環境の変化に対応すべく、日本建築学会環境規準として新たな規準の制定を目指して作業を進めたが、規準制定にあたっては、十分な技術的検討・議論と、関連する研究者、技術者、実務者の理解が必要であることから、前段階として「集合住宅の遮音性能・遮音設計の考え方」という形で刊行された。

【概要】

同書で対象とする音環境性能は、室内静ひつ性能、空気音遮断性能、床衝撃音遮断性能である。このうち、以下の2つの性能については、従前とは異なる測定、評価方法を規定している。

室内静ひつ性能は、A特性音圧レベルを測定・評価量としている。

床衝撃音遮断性能のうち、重量床衝撃音遮断性能は、ゴムボール衝撃源を採用し、最大A特性音圧レベルを測定・評価量としている。

【刊行後の状況】

同書刊行後、多くの研究が報告されており、本報告では、変動騒音の評価方法、空気音遮断性能の評価方法、重量床衝撃音遮断性能の評価方法に関する14の研究について、その概要を紹介する。

1-9-2

1-9-2 建築基準法における長屋又は共同住宅の界壁の遮音性能評価に関する改正について

Amendment of the Building Standard Law about airborne sound insulation performance of separation wall between each unit of row houses or apartment houses

○平光厚雄(国総研)

- ◆令和元年6月に、長屋又は共同住宅の界壁の遮音性能を規定している建築基準法、建築基準法施行令、同告示が改正された。
- ◆建築基準法第30条第2項では、界壁が小屋裏又は天井裏に達しなくてもよい要件が追加された。
- ◆建築基準法施行令第22条の3では、界壁が小屋裏又は天井裏に達しない場合には、側路伝播音(天井を透過する音)に対しても界壁と同様に、音響透過損失 R_f -40相当以上の性能が必要となることが規定された。(Fig.1)
- ◆昭和45年建設省告示第1827号では、遮音性能を有する天井の構造として、9.5mm厚のせっこうボードに100mm厚以上の吸音材を全面に敷設する仕様が追加された。(Fig.1)

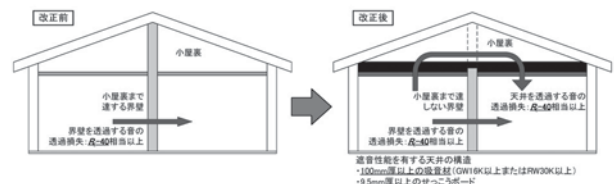


Fig. 1: Image of the amendment of the Building Standard Law about sound insulation performance of separation wall between each unit of row houses or apartment houses.

1-9-4

1-9-4 住宅の音環境性能に関するISO規格の最近の動向

Recent development of ISO standards for rating acoustical environment in dwellings

○佐藤 洋(産総研)

- ◆住宅の音環境性能に関するISO規格は評価分類規格と部材性能測定・評価規格に大別される。
- ◆評価分類規格としてはFDIS 19488「住宅の音環境性能評価」が国際標準として審議されていたが、2017年に否決され、2018年に技術仕様(TS: Technical Specification)として文書化する方針となり、FDISをTSとして再度文書化するプロセスに入った。もうひとつはISO DIS 717-2「床衝撃音遮断性能の格付け」であり、DIS投票中である。
- ◆FDIS 19488に記載されていた評価分類は7段階であるが、ヨーロッパでは4段階の分類がよく用いられている。
- ◆部材性能計測・評価規格は空気音遮断性能のISO 16283-1、床衝撃音遮断性能のISO 16283-2、ISO 717-2 および、室内の静ひつ性能のISO 16283-3、設備騒音のISO 16032とその現場計測法のISO 10052、残響時間計測のISO 3382-2がある。
- ◆これらの審議状況は床衝撃音遮断性能の計測・評価にゴムボールを用いることを追加することを除き、従来の規格内容を継続している。
- ◆現状として、住宅に限ったことではないが、床衝撃音遮断性能に関してゴムボールを計測・評価に用いることを規格に盛り込むことが進んでいる。

1-9-5

1-9-5 ビル認証システムにおける住宅を対象とした音環境項目

Acoustic requirements for residential building in building certification systems

○小柳慎一郎(竹中技研), 宮島徹(清水建設技研)

- ◆近年登録件数が増加傾向にある建物の環境性能評価認証システム(ビル認証)を対象とし、集合住宅に関連する音環境関連項目を調査した。
- ◆調査対象: ①WELL v1 Multifamily Residential、②WELL v2、③LEED v4 BD+C、④CASBEE-建築(新築)、⑤CASBEE-住戸ユニット(新築)
- ◆①~⑤のビル認証で評価される項目の概略を Table1 に示す。室内騒音と住戸間の遮音は全てのビル認証で評価された。一方、残響時間はLEED、外部環境への影響配慮(音を発生させる側としての評価)はCASBEE でのみ評価されることがわかる。Table2 は住戸間の遮音性能基準値の一覧である。④のみ室内音圧レベル差 Dr が基準に用いられることがわかる。
- ◆本講演では評価項目の比較を通して、それぞれのビル認証の特徴を中心に評価項目を概説する。

評価項目	①	②	③	④	⑤
騒音内	外来騒音	●	●	●	●
	内部騒音	●	●	●	●
遮音	開口部	●	●	●	●
	住戸間	●	●	●	●
	共用部等	●	●	●	●
残響時間			●		
床衝撃音	●			●	●
環境影響の配慮				●	●

Table1: An outline of evaluation items for the building certification systems

認証	評価対象	基準値
①	上下階間・戸境壁	STC55
②	戸境壁	STC50
③	戸境壁	STC55
④	住戸間室	Dr-40 未満-55 以上
⑤	戸境壁	(建築基準法の定める透過損失)-Rr-55

Table2: Reference values of sound insulation performance between dwelling units

1-9-7

1-9-7 矩形残響室における音響透過損失計測に関する有限要素解析 -試料面積の影響

Finite element analysis on the transmission loss measurement in rectangular reverberation rooms - Effect of specimen size

☆山崎泰知, 井上尚久, 佐久間哲哉(東大・新領域)

- ◆残響室-残響室法は、建築部材の空気音遮断性能の実験室測定法として JIS,ISO に規格化されており、窓やドアなどの部材については調整壁を用いた測定が想定されている。しかし、試料面積や開口位置の違いが測定値に及ぼす影響については未解明な部分が多い。
- ◆本報では矩形室を対象とし、無張力膜の音響透過損失の数値シミュレーションを行い、これらの影響について計測値の挙動を把握した。
- ◆検討例として試料位置に関する検討結果を Fig. 1 に示す。得られた透過損失を無限大及び有限サイズ補正した質量則 (ML_{∞}, ML_f) と比較し考察を行った。

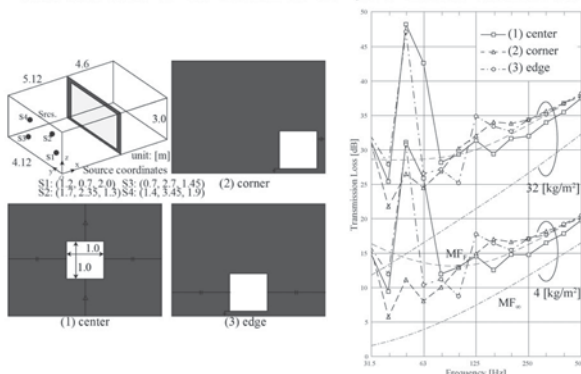


Fig. 1: Specification of a reverberation room and specimens for the calculation and comparison among these conditions

1-9-6

1-9-6 ソニッククリスタルのバンドギャップ特性の予測 Prediction of band gap characteristics by sonic crystals

☆山田蒼(関西大大学院), 豊田政弘(関西大)

- ◆ソニッククリスタルは流体中に散乱体を周期配置した構造を指し、バンドギャップと呼ばれる音響減衰が生じる周波数帯を発生させる。
- ◆過去に様々な研究が行われてきたが、多くが超音波や光のような高周波数帯を扱ったものであり、可聴域範囲を扱う建築音響分野での研究は少ない。
- ◆そこで、可聴域範囲にバンドギャップを持つようなソニッククリスタルについて、数値解析と回帰近似を用いて散乱体の半径と間隔によるバンドギャップの最小透過率とその周波数の予測式を提案する。
- ◆シグモイド関数を用いて回帰を行うことで精度の高い予測式を作成することができた。

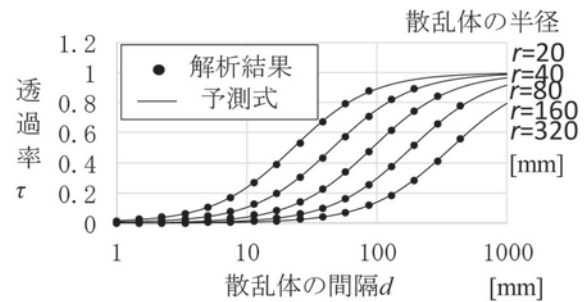


Fig.1 1重のソニッククリスタルのバンドギャップの最小透過率と周波数の解析結果と予測式の比較

1-9-8

1-9-8 ダブルスキンファサードの遮音性能に関する研究 -その1 開口部からの騒音伝搬-

Study on sound insulation performance of double skin façade - Part 1 Propagation of sound incident via opening between inner and outer skin -

○石塚崇, 清家裕喜子(清水建設 技研)

- ◆ダブルスキンファサードは、2層のガラス間の空気層に換気用開口が設けられており、遮音性能の予測が難しい。
- ◆開口部から入射する騒音の空気層内における伝搬について縮尺模型による実験検討を行った結果、以下の知見を得た。
- ◆アウトースキンにより騒音低減効果は得られるが、開口部からの騒音入射により、その効果はアウトースキンの遮音性能に比べて小さい。
- ◆空気層内では開口部から離れても音圧レベルの減衰は小さい。
- ◆その結果、アウトースキンによる騒音低減量は、開口部から離れるほど小さくなる。

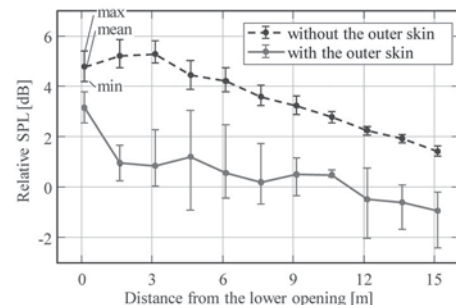


Fig.1: Relative SPLs as characteristics of distance from the lower opening.

1-9-9

1-9-9 ダブルスキンファサードの遮音性能に関する研究 -その2 開口率の影響-

Study on sound insulation performance of double skin façade - Part 2 Influence of opening ratio -

○清家裕喜子, 石塚崇(清水建設 技研)

- ◆2層のガラスで構成されるダブルスキンファサードは、外気導入のための開口が設けられており、遮音性能の予測が難しい。
- ◆ダブルスキン構造全体の遮音性能と開口率の関係について、縮尺模型による実験検討を行った。
- ◆開口率が低いとき、共振周波数帯域で共鳴透過現象が生じる。
- ◆開口率5%程度でも、開口率0%のときより最大5dB程度遮音性能が低下し、開口率25%以上では開口率100%のときと同程度低下する。

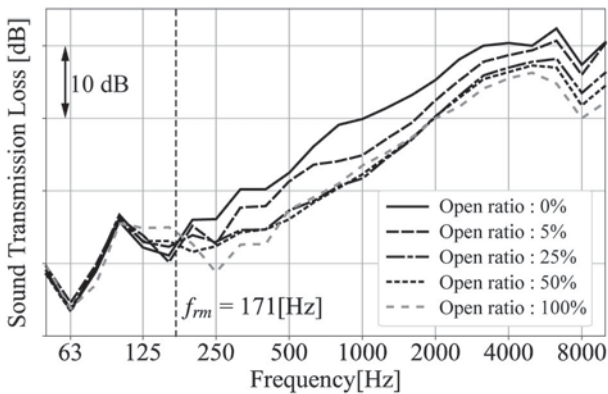


Fig.1: Sound transmission loss of experimental models.

1-9-11

1-9-11 8マイクロホンによる垂直入射吸音率測定 -音源構造などが管内音場に与える影響について-

Normal-incidence sound-absorption-coefficient measurement using eight microphones -Effects of the source structure and microphone size on the sound field in the tube-

○眞田 明(岡山工技ゼ), 中川 博(日本音響エンジニアリング)

- ◆これまでに、インピーダンス測定管において8本のマイクロホンを(0,1)モードの節位置に設置し、また、(0,1)モード節位置から音を管内に放射することにより、(1,0), (2,0), (0,1), (3,0)の高次音響モードが伝播する周波数まで、垂直入射吸音率を測定する方法を提案した。
- ◆(0,1)モードの節位置から音を管内に放射する構造として、スリット構造と孔配列構造について、(0,1)モードを励振しないことを理論的に明らかにした。
- ◆測定管に挿入したマイクロホンが管内の音場を乱す影響について、有限要素法による数値解析を用いて明らかにした。

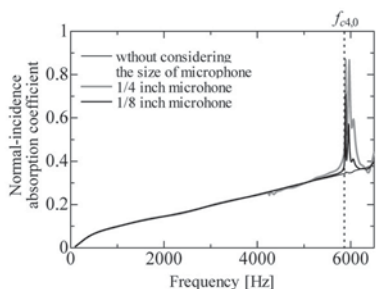


Fig.1: Calculated normal-incidence absorption coefficient (12-mm-thick PET felt).

1-9-10

1-9-10 防振と遮音を考慮したBOX床構造の重量床衝撃音対策に関する検討

Countermeasures against floor impact sound by heavy impact source of BOX floor structure considering vibration isolation and sound insulation

○富田隆太(日大・理工), 岡庭拓也(日大院・理工),

△阿部今日子(フリーランス)

- ◆筆者らは、これまで小規模保育所を対象として、床衝撃音の実用的な対策方法について検討を行ってきた。既報では、高さ315mmの畳付収納家具を対象に、防振と遮音を適切に行えば、重量床衝撃音について、63Hz帯域で最大20dB程度の性能向上が見られた。
- ◆本研究では、これまでの知見を応用し、重量床衝撃音対策効果の高い床仕上げ構造の提案を目的に実験的検討を行っている。
- ◆本報では、総厚100~200mmの厚さのBOX床構造を試作し、タイヤ加振による重量床衝撃音の測定を行った。
- ◆125mmの床高さでも、63Hz帯域で最大20dB程度の性能向上が見られた。
- ◆ビル等で保育施設へのコンバージョンの際には、有効な重量床衝撃音対策が行える可能性が示唆された。

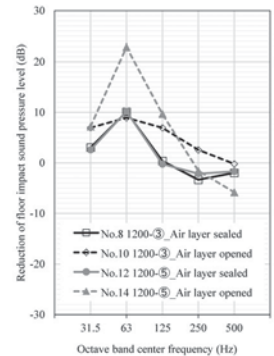


Fig.1 Reduction of transmitted impact sound by concrete slab with vinyl floor tile when exciting the cavity

1-9-12

1-9-12 カーディオイドマイクロホンと音響管を用いた垂直入射吸音率の測定方法に関する検討

○星 和磨, 羽入 敏樹(日大・短大)

カーディオイドマイクロホンを用いて音響管内で音圧と粒子速度を測定し、材の表面インピーダンスおよび吸音率を推定することを試みた。その結果、カーディオイドマイクロホンがもつ音圧と粒子速度の比率が結果に影響するが、これを補正することで、測定可能であることを示した。

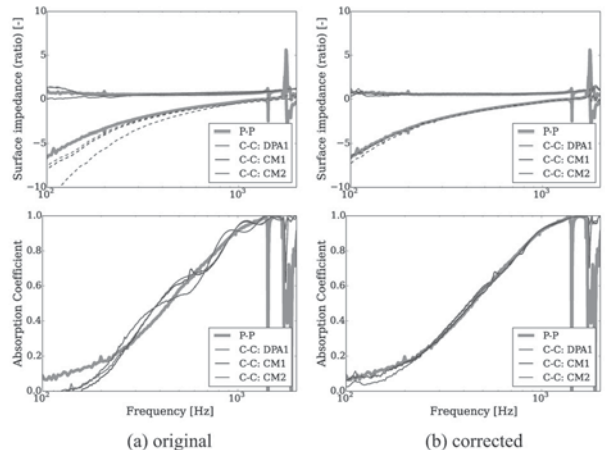


Fig.1 Measurement results of glasswool surface impedance and absorption coefficient using one cardioid microphone apart 36 cm from the specimen in an impedance tube.

1-9-13

1-9-13 散逸エネルギー最大化を目的とした均質化法に基づく多孔質材微視構造のトポロジー最適化

Topology optimization method to design microstructure of sound-absorbing material for maximizing dissipated energy

○山本 崇史(工学院大学, 広島大学)

△山川 啓介, △桂 大詞, △遊川 秀幸(マツダ), △大下 浄治(広島大学)

本研究では、トポロジー最適化における密度法を用いて、微視構造モデルにおいて定義された設計変数に対する、均質化特性の設計感度、およびマクロスケールにおいて定義された吸音率などの目的関数の設計感度を随伴変数により求め、数値例により検証した。その結果差分により求めた設計感度とよく一致し、設計感度を求める理論式の妥当性を検証することができた。

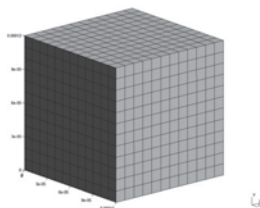


Fig.1: Microscopic unit cell model.

Tab.1: Microscopic sensitivities of permeability tensor.

$\frac{\Delta q}{\Delta \mu}$	$\frac{\partial q}{\partial \mu}$	Error [%]	
q_{11}	-1.7691434570	-1.7691434571	-6.620×10^{-9}

1-9-15

1-9-15 平面波エンリッチメントを用いた Partition of Unity FEM による室内音場解析 その2- 低次要素と高次要素の比較

Sound field analysis in rooms using plane wave enriched FEM Part2 -Comparison of performance between low-order and high-order elements-

☆向江俊一(神戸大・工), 奥園健, 田丸加奈子, 阪上公博(神戸大・院)

- ◆ 平面波エンリッチメントを用いた Partition of Unity FEM (PUFEM)による音場解析手法は、Helmholtz 方程式の一般解である平面波を用いて場の近似を強化し高精度な解析を行う手法である。
- ◆ 最大の特長は、従来 FEM で必要な解析周波数に応じたメッシュ分割を不要にでき、著しく粗いメッシュで高周波数まで解析できる点である。
- ◆ 平面波エンリッチメントは、形状関数の異なる既存のあらゆる有限要素メッシュに適用できる。
- ◆ 本稿では、高次の多項式を形状関数に用いる9節点四辺形要素(Q9)に平面波エンリッチメントを適用し、4節点四辺形要素(Q4)を用いた PUFEM との比較を通して、その有効性を検証する。

1-9-14

1-9-14 平面波エンリッチメントを用いた Partition of Unity FEM による室内音場解析 その1-精度検証-

Sound field analysis in rooms using plane wave enriched FEM Part 1-Verification of accuracy-

☆田丸加奈子, 奥園健(神戸大院),

向江俊一(神戸大工), 阪上公博(神戸大院)

- ◆ Helmholtz 方程式の一般解を用いて場の近似を強化することで、粗いメッシュを用いて高周波数までの解析を行う Partition of Unity FEM (PUFEM)を室内音場解析へ導入する。
- ◆ ダクト内の平面波伝搬問題を対象に、広帯域の解析に必要な数値積分点数の設定方法を明らかにする。次に2次元室を対象に、PUFEMの特長である Q-refinement の効果に着目して、従来 FEM との比較から PUFEM の有効性を明らかにする。
- ◆ PUFEM は、適切な数値積分点の設定を伴い、解析する周波数の音波長よりも大きなサイズの要素による単一の粗いメッシュを用いて、広帯域の周波数応答を、従来 FEM に比べ著しく少ない自由度でより高精度に計算できることを明らかにした。

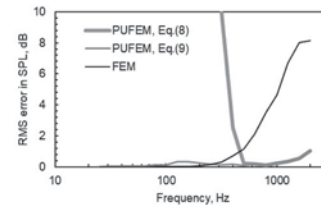


Fig.1: Comparisons of RMS error between PUFEM and FEM

1-9-16

1-9-16 修正アダムス法を用いた時間領域 FEM の室内音場解析への適用

Room acoustic simulations by a time-domain FEM using modified Adams method

◎吉田卓彌(安藤ハザマ技研), 奥園健, 阪上公博(神戸大院)

- ◆ 修正アダムス法を用いた陽的かつ高次の時間領域 FEM (Modified-Adams)を室内音場解析へと適用する。
- ◆ 境界の吸音を扱うためのインピーダンス境界条件を含む場合の定式化を行った。
- ◆ 有効性の検証として2次元コンサートホールモデル (Fig. 1) の解析を行い、以下の結果を得た。
 - (1) Modified-Adams は時空間4次精度の陰的 TDFEM (Ref.)と同等の精度の解析を、同一の時空間離散化のもと、より高速に行える。
 - (2) Modified-Adams は時空間2次精度スキーム(CAA)に比べ著しく優れた計算効率をもつ。

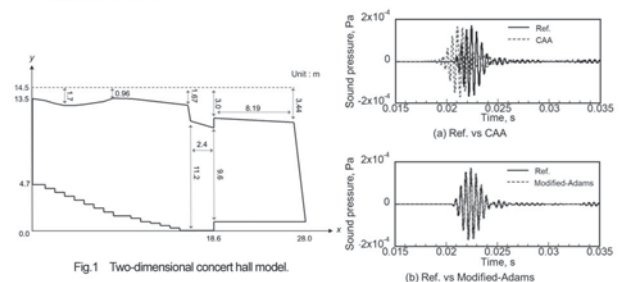


Fig.2 Comparisons of waveforms. (a) Ref. vs CAA and (b) Ref. vs Modified-Adams

1-9-17

1-9-17 高速多重極境界要素法と有限要素法の結合解法による音場解析
 —その1 音響音響連成スキームの構築
 Sound field analysis with a coupled FMBE-FM method
 - part 1 Development of a scheme for acoustic-acoustic coupling problems
 ○井上尚久(東大・新領域), 榎本貴之(東大・新領域/サイバネット),
 安田洋介(神奈川大学), 佐久間哲哉(東大・新領域)

- ◆大規模な閉領域音場内において境界付近や空間中のごく一部にのみ吸音材や振動系が存在し、かつその音響性能や物理的挙動に着目する問題を想定し、大規模音場の解析に極めて有効なFMBEMと音響振動連成解析に有利なFEMの結合解法を提案する。
- ◆結合要素面内における音圧・粒子速度に関し以下のような仮定を行う。
 - FEMにおいて要素内の音圧は節点値より内挿
 - BEMにおいて要素内の音圧は重心における値で要素にわたり一定
 - FEM・BEMともに要素内の粒子速度は重心における値で要素にわたり一定
- ◆ Fig.1(a), (b)に示す問題設定を例に全体行列の構成方法を示す。(c)のようにFEM, BEMの音圧に関する未知数を独立に取り、音圧に関する連続条件を直接的に全体マトリクスに組み込む方法を提案する。

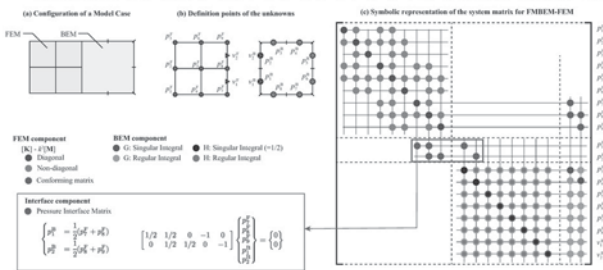


Fig. 1 A model problem to illustrate the symbolic representation of a coupled FMBE-FEM system matrix

1-9-18

1-9-18 高速多重極境界要素法と有限要素法の結合解法による音場解析
 —その2 計算精度・効率の検証
 Sound field analysis with a coupled FMBE-FE method
 - part 2 investigation of accuracy and performance
 ○榎本貴之(東大・新領域/サイバネット),
 井上尚久, 佐久間哲哉(東大・新領域), 安田洋介(神奈川大・工)

- ◆ Biot モデルによる多孔質材などを含む音響問題の解析に有効な有限要素法 (FEM) と、大きな解析自由度となる音響空間の解析に有効な高速多重極境界要素法 (FMBEM) を結合した解法の、計算精度と効率を検証した。

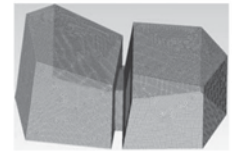


Fig. 1 Boundary and finite element meshes. (Niche: finite elements, The others: boundary elements)

- ◆ 検討結果
 - 計算精度に問題ないことを確認した。
 - 計算時間は、反復解法における反復回数が多いため、FEMのみやFMBEMのみで計算した場合よりも長い。
 - 本手法の適用が想定される、FEMでモデル化する空間の比率が小さい際、必要メモリ量はFMBEMのみでモデル化する場合と同等となる。

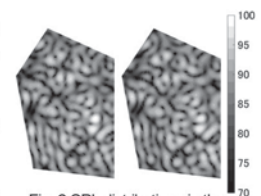


Fig. 2 SPL distributions in the receiver room at 400 Hz. (Left: Combined, Right: FMBEM)

Table 1 DOFs and calculation costs.
 (The numbers in parentheses are the numbers of iterations.)

	DOF	Calculation time [min.]	Req. mem. [MB]	
Combined	7,280	119.6 (3,256)	1,806	
FMBEM	-	38,174	7.5 (237)	1,800

1-10-1

1-10-1 変電所の大型遮断器の動作音による異常判定パターンの検討
 Study of Abnormal Pattern Recognition by Operating Sound for Large Size Circuit Breaker in Substation
 ○杉本敏文, △清水雅仁(中部電力(株))

- ◆筆者は、遮断器の動作音による状態診断として、FFT カラーマップと P.O.A タイムトレンドによる手法を検討している。今回、77KV 大型遮断器を用いて各種の異常動作を模擬し、異常判定パターンについて検討した。
- ◆遮断器の操作機構の構成部位を大別すると、「小勢力機構部」と「大勢力機構部」がある。それぞれの異常により、動作音は特徴的な変化として現れることがわかった。この結果をもとに、遮断器の操作機構の動きと照合することで異常判定パターンを整理することができた。
- ◆今後は、遮断器動作音の距離特性の把握によるマイクロホンの設置場所の検討および異常判定を自動で行うツールの検討を行い、遠隔監視装置としての動作音診断手法の検討を進めていく。

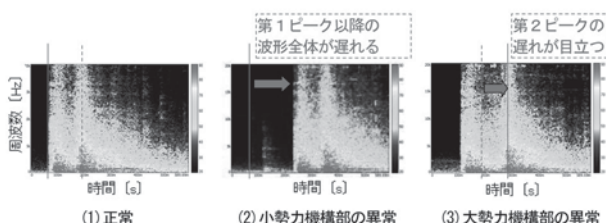


Fig.1: Comparison of FFT color mapping for close operation

1-10-2

1-10-2 微細穿孔板を用いた吸音材料の吸音特性
 Sound absorption characteristics of MPP
 ○谷島誠(三菱電機(株))

低周波数帯域を吸音する吸音材料として金属や樹脂の微細穿孔板を有する研究が多くされているが、孔あけ加工費が高いことや曲面部に適用しにくいという問題がある。そこで、本研究では孔あけ加工費が安価で曲面部にも適用が容易なフィルム材の微細穿孔板を用いた吸音材料の吸音特性を評価した。剛性の低いフィルム材の場合、微細穿孔板と背面の多孔質材の接着条件が吸音特性に与える影響が大きかった。

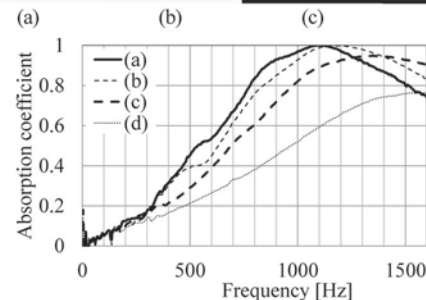
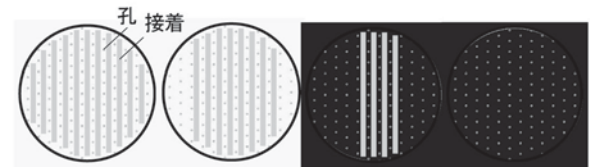


Fig.1: Measured of MPP

1-10-3

1-10-3

身の回りの高周波音の実態調査

Investigation of high frequency sound around us

○桐山 陸, 原田 陸央, 上田 麻理(神奈川工科大),
長谷川 英之(富山大), 中村 健太郎(東工大)

(あらまし)

本稿では、日常生活の中に存在する様々な音源を対象として高周波音の発生状況を調査した。

調査した対象は、家電製品(TV, 冷蔵庫, エアコン, ドライヤー, 電子レンジ, 換気扇, 炊飯器, IH 調理機器, 水道の蛇口, シャワーヘッド流水音), 駅及び駅周辺(改札口付近, 券売機付近, 駅ホーム上, 列車車内音, 市街地線路脇), 道路交通騒音である。

高周波音が発生していることが確認できたのは、ドライヤー, 炊飯器, IH 調理機器, 水道, シャワーヘッド, 駅及び駅周辺の対象とした音源すべて, 道路交通騒音であった。

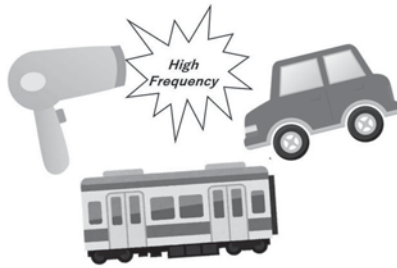


Fig. 1 Outline illustration of high frequency sound generation

1-10-5

1-10-5 高速鉄道の騒音推計における 走行速度の影響

Trends and issues of international standard for railway noise

○高野靖, 牧野裕介(京大院・工学研)

◆高速鉄道は時速 300 km/h (マッハ数 $M=0.25$) を超える速度で運転されている。車両を模擬した音源群の移動による周波数・振幅の変調, 時定数の影響などを考慮した解析を行った結果, 音源の振幅に変化がなくとも, 騒音が速度と共に増加する傾向があることがわかった。高速鉄道の騒音推計においては注意が必要である。

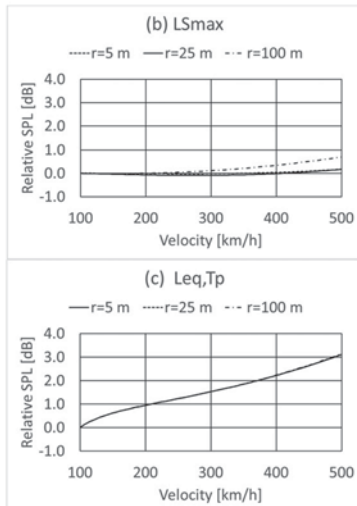


Fig. 2 Noise level from multiple moving point sources in free field. (21 sources, distance 10 m, total length 200 m)

1-10-4

1-10-4

20 kHz 近傍の聴こえの実態調査

Fact-finding of hearing around 20 kHz

☆原田陸央, 桐山 陸, 上田麻理(神奈川工科大),
長谷川英之(富山大), 中村健太郎(東工大)

本研究では、若齢者の高周波音の可聴域を明らかにするために、高校生や大学生を主な対象とした高周波音の純音聴力閾値を計測した (Fig.)

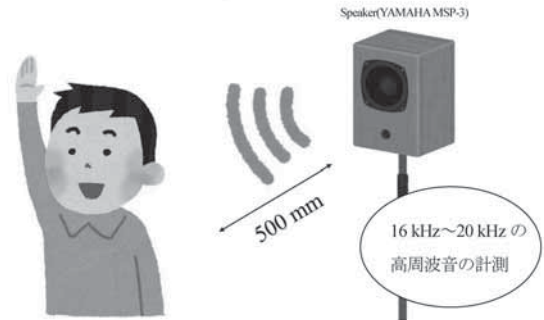


Fig. Measurement of pure tone hearing

計測の結果、10代から20代の実験参加者において、20 kHz を上回っても聴き取ることができたケースがあった。また、30代を超えたあたりから少しずつ高周波音が聴き取りづらくなっていくことも明らかとなり、高周波音は加齢とともに聴き取れなくなっていくことが分かった。計測と同時に実施した印象評価アンケートでは、24人の回答者のうち3人が検査音に対して不快であると答えた。一方で、日常生活の中で検査音と似たような音を聴いたことがあり、それに対して不快に感じたかどうかという質問に対しては、半数近くの人が不快であると回答した。

1-10-6

1-10-6 波動音響手法に基づく走行騒音予測について

Traffic noise prediction based on a wave acoustic method

○岩永則城((株)計算力学研究センター), 明石克人((株)沖縄海上飛行機開発)

◆波動音響解を用いて、車両走行騒音におけるユニットパターン予測し、実測値ならびに ASJ モデル解と比較した。

◆音源と観測点との距離が近い場合は波動解、遠い場合は ASJ 解 (ただし車両がマイク位置通過後) の方が実測に近い結果が得られた。

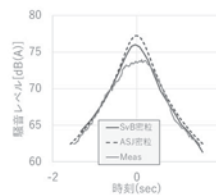


Fig. 3 手前側 57km/h 走行の時間 vs L_p

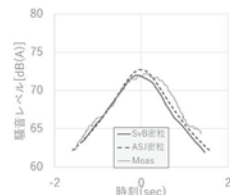


Fig. 5 奥側 57km/h 走行の時間 vs L_p

1-10-7

1-10-7 道路交通騒音マップにおける 曝露量の建物代表値に関する検討

Examination on assessment method
for the façade of building by road traffic noise

○原田和典, 平栗靖浩(近畿大), 齊藤由典(日本ミシュランタイヤ)

- ◆本報告では EU で開発された騒音予測モデル CNOSSOS-EU 内に記載されている建物ファサードの受音点配置手法が、建物立地条件の異なる日本でも適用可能であるかについて検討した。
- ◆東大阪市内の複数街区において、CNOSSO-EU 内に記された2種類の手法で受音点を生成した場合と建物外周線上に0.1m間隔で受音点を生成した場合を比較してその妥当性を検証した。
- ◆複数街区を対象とした結果として、音源に近く、音源と建物間に別の建物がある場合に誤差が大きくなる傾向が見られた。建物から音源を見通せる場合に誤差は小さい傾向があった。
- ◆二乗平均平方根誤差で精度を評価した際、CNOSSOS で0.5 dB程度、CNOSSOS-Alt で0.7~0.8 dB程度の誤差が生じることがわかった。

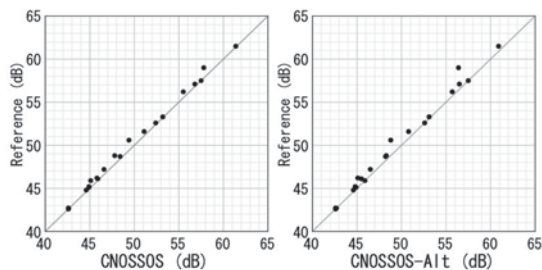


図1 建物 $L_{Aeq,24h}$ 最大値の対応関係: 街区1

1-10-9

1-10-9 交通騒音の曝露反応関係に基づく 基準値導出に向けた検討 —高度の睡眠妨害反応—

Study on derivation of standard values based on exposure-response relationship due to transportation noise: highly sleep disturbed

○横島潤紀(神奈川県環境科学センター), 森長 誠(防衛基盤整備協会), 下山晃司(航空環境研究センター), 森原 崇(石川工業高等専門学校), 矢野 隆(熊本大学名誉教授)

2018年に公表された“ENVIRONMENTAL NOISE GUIDELINES for the European Region”, 時間帯補正等価騒音レベル L_{den} と夜間等価騒音レベル L_{night} それぞれの勧告値が、音源別に示されている。筆者らは、既報において、社会音響調査データアーカイブ SASDA に収納されているデータセットに、近年の調査により得られたものを加えて再整理し、 L_{den} と高度の不快感反応 %HA との関係を整理した。本稿では、同様のデータセットを用い、ガイドラインと同様の定義から得られた高度の睡眠妨害反応 %HSD を整理し、 L_{night} と%HSD との関係構築するとともに、ガイドラインの結果との比較について報告する。

Table % Highly sleep disturbed for each mode of transportation noises

L_{night}	RT			CR			SR		
	Ave	95% CI	n	Ave	95% CI	n	Ave	95% CI	n
35	0.0%	0.0-0.0%	50	1.6%	0.6-2.6%	586	6.2%	4.7-7.6%	1025
40	2.5%	-0.4-2.5%	198	1.4%	0.6-2.3%	759	7.4%	6.2-8.5%	2067
45	5.8%	1.9-5.8%	365	2.2%	1.4-3.0%	1289	7.9%	6.5-9.2%	1475
50	6.4%	3.0-6.4%	609	4.2%	3.2-5.2%	1431	14.5%	10.6-18.4%	308
55	10.3%	6.4-10.3%	755	5.3%	4.1-6.5%	1297	14.8%	11.3-18.2%	104
60	11.0%	7.6-11.0%	1074	6.7%	5.1-8.3%	918			
65	16.5%	11.7-16.6%	776	7.0%	3.9-10.1%	263			

1-10-8

1-10-8 騒音による睡眠影響 —交通騒音を用いた睡眠妨害に関する追試験—

Sleep effects on noise

—Follow-up test on sleep disturbance caused by traffic noise.—

☆永井琴花, △小山史起, 上田麻理,

△春日秀雄(神奈川工科大), 廣江正明(小林理研)

<概要>

2018年10月に欧州WHO環境騒音ガイドラインが発表され、騒音による健康影響が世界的な話題となっているが、ガイドラインの根拠となる科学的知見は十分ではない。そこで、本研究では睡眠影響に関する知見の収集を目的として、ガイドラインの対象となった交通騒音による睡眠影響を調べるため、加来らの先行研究に倣い、実験参加者宅において交通騒音を用いた睡眠妨害の追試験を実施した(Fig.1)。騒音による睡眠影響は、アンケートによる自己申告と、アクチグラフ(腕時計型体動計)による睡眠/覚醒判定の2つの方法で評価した。睡眠実験の詳細なプロトコルおよびその結果については、発表会場で報告する。

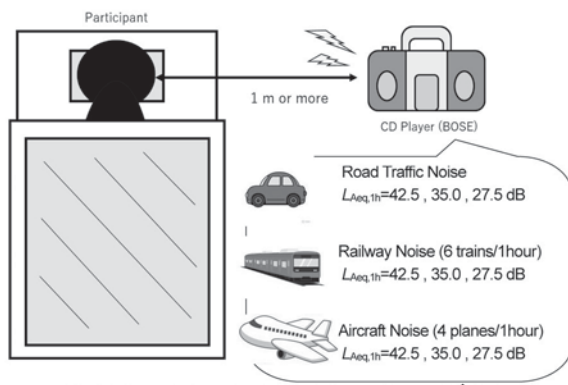


Fig.1: Details of the experiment at the participants' home.

1-10-10

1-10-10 多孔型スピーカーカバーの有限要素解析

FE analysis for porous speaker cover

○黒沢良夫, 藤原祐司(レオandro(帝京大)), 笹島学, 渡邊光春(フォスター電機)

◆スピーカーの保護のため、一般的にスピーカー前面に多孔型のカバー(図1)がついている。スピーカーとカバーの距離やカバーの厚み、開口率や孔径等により、音圧が変化する。本現象をFEモデルを用いて計算した結果を紹介する。

◆カバーによる影響は、5000Hz以下では共鳴現象により音圧を大きくし、それ以上の周波数域では遮音効果により音圧を小さくすることが確認できた。カバーの開口率が大きい方が音圧が大きかった(図2)。また、孔径が小さい方が音圧が大きかった(図3)。計測結果も同様の傾向になることを確認した。



Fig.1: FE model for speaker cover

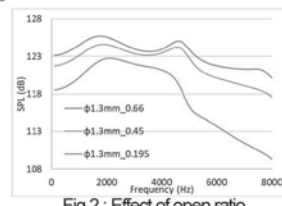


Fig.2: Effect of open ratio

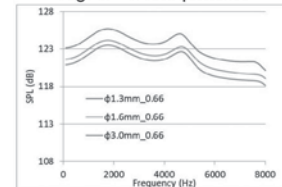


Fig.3: Effect of hole diameter

1-10-11

1-10-11 チェーンプレート形状における噛合い音の予測モデル構築

Construction of Prediction Model for Meshing Noise in Chain Plate Shape

☆武田貴史 (中央大院), 朴成鋒 (中央大院)
△田中幹樹 (大同工業), 戸井武司 (中央大)

本研究では、チェーンの寸法別による噛合い音を測定し、周波数分析を行い、数値モデルを構築して噛合い音の物理特性より、チェーン噛合い音の快音化を実施する。

始めに、実験データを模擬した騒音測定からチェーンとスプロケットの噛合い音の現象を把握し、要因分析を実施する。Fig. 1 はチェーン音の測定結果である。(a)はC寸法別による周波数分析、(b)はR半径別による周波数分析である。チェーンの寸法差により、噛合い音に差異がある。次に、数値モデルにて機構解析を実施し、重回帰分析より次数成分の音圧予測モデル構築を行った。1次成分(1st)と2次成分(2nd)の音圧を式(1), (2)に示す。

$$SPL_{1st} = -48 \times St_{In-Out} + 73 \quad \dots (1)$$

$$SPL_{2nd} = -252 \times St_{Out-Out} - 147 \times En_{In-Out} - 257 \times St_{In-In} + 241 \times En_{In-In} + 121 \quad \dots (2)$$

また、構築したモデル式の整合性を検証し、有意性を確認した。

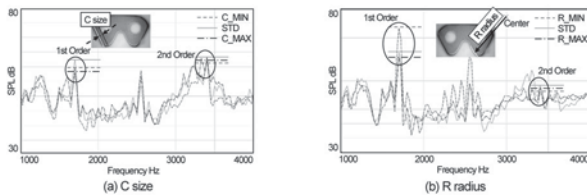


Fig. 1 Measurement result

1-10-13

1-10-13 動的モード分解を用いた空力音と流れの解析

Analysis of aerodynamic sound and flow using dynamic mode decomposition.

◎谷川理佐子, 矢田部浩平, 及川靖広 (早大理工)

- ◆ 光を用いた空力音の計測
 - 非接触に気流中の圧力場の計測が可能
 - 空力音と流れの成分の可視化が可能
- ◆ 動的モード分解 (Dynamic Mode Decomposition: DMD)
 - 多次元の時系列データから時空間の特徴的な構造を抽出
 - 光を用いた計測結果に適用することで音のモードとそれに対応する流れの構造が抽出される
- ◆ 流れ内に設置した角柱から発生する空力音の可視化結果に適用
 - 光学計測装置に起因するノイズと音のモードが分離
 - 音が観測されたモードに流れのパターンを観測 (Fig. 1)

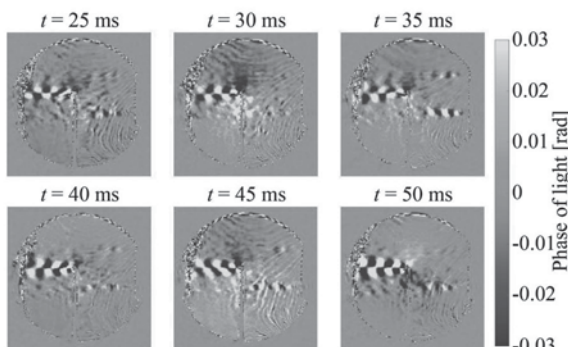


Fig. 1 Reconstructed sound modes obtained by dynamic mode decomposition.

1-10-12

1-10-12 振動ふるい機の防音ハウス開口から放射される超低周波音に関する波動数値解析

—振動ふるい機の振動条件や位置による検討—

Wave-based numerical analysis of infrasound radiated from opening of soundproof house for vibrating screen machine: investigation on vibration conditions and positions of vibrating screen machine.

☆千田真人, 関根秀久, 安田洋介(神奈川大・工),
川澄卓也, 岩根康之, 小林真人(飛鳥建設・技研)

- ◆ 振動ふるい機から発生する超低周波音のうち、防音ハウス開口から放射される成分に着目し、振動ふるい機の振動条件や位置が音響放射パワーに及ぼす影響について周波数応答や音圧レベル分布を基に検討した。
- ◆ 防音ハウスの最小固有周波数よりもかなり低い周波数で音圧の節が発生した。
- ◆ 防音ハウス開口に音圧の節が生じると開口からの音響放射パワーも小さくなった。
- ◆ 開口面に音圧の節が発生するように振動ふるい機の位置を調整することで、開口からの音響放射パワーを低減できる可能性がある。

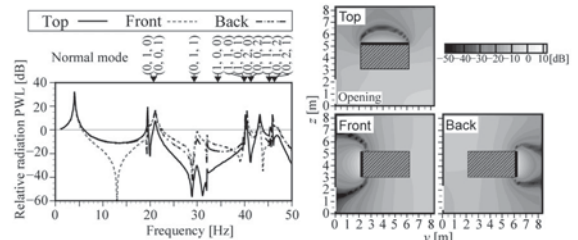


Fig. 1: Frequency responses of relative radiation PWL.

Fig. 2: Relative SPL distributions at 13.0 Hz.

1-10-14

1-10-14 超低周波音知覚に関する研究動向 —欧州 EARS プロジェクトによる研究成果—

Research trends on infrasound perception —Results of EARS project—

○横山 栄, 小林知尋, 山本貢平(小林理研)

近年、超低周波音や超音波による健康影響に対する懸念が高まっているが、超低周波音については、これまで Alec N. Salt らの研究によって、聴覚閾値を大幅に下回るレベルであっても脳が反応し、結果としてヒトに影響を及ぼす可能性があることが指摘されてきた。欧州地域で 2012 年から 2 期 6 年間にわたり数十億円規模の予算を投じて実施された EARS プロジェクトでは、聴覚閾値実験 (Fig. 1) 等の心理評価実験と併せ、MEG (脳磁図) や fMRI (機能的磁気共鳴画像) を利用した脳反応の調査も行い、この Salt らの成果を否定しており、欧州ではこのプロジェクトの成果が支持されている。本報では、EARS プロジェクトによる研究成果のうち、20 Hz 以下の超低周波音知覚に関する内容の概要を紹介する。

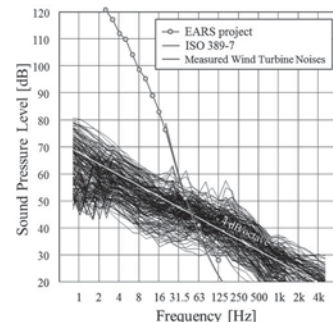


Fig. 1: Threshold of hearing for low frequency pure tone stimuli compared with literature data.

1-10-15

1-10-15 低周波数純音性成分を含むノイズのわずらわしさに関する検討: 呈示レベルが評価に及ぼす影響

Study on subjective evaluation of noise containing low frequency tonal components focusing on the effect of presentation level

◎米村美紀(東大院), 李孝珍, 坂本慎一(東大生研)

- ◆屋内外の環境騒音を模擬した広帯域ノイズに40~400 Hzの純音性成分を付加した試験音を用い、評定尺度法によりわずらわしさを定量的に評価した。試験音の呈示レベルによって、純音性成分が騒音のわずらわしさに及ぼす影響に違いがあるか検討した。
- ◆純音性成分を含む騒音は、同レベルの広帯域ノイズよりもわずらわしさが高かった。わずらわしさの増分をA特性音圧レベルに換算したTonal Adjustmentを求めた(Fig.1)。
- ◆試験音の呈示レベルが低いほど、純音性成分のわずらわしさへの寄与が大きくなる結果が得られ、静穏な環境では純音性成分がわずらわしさに及ぼす影響がより強くなることが示唆された。

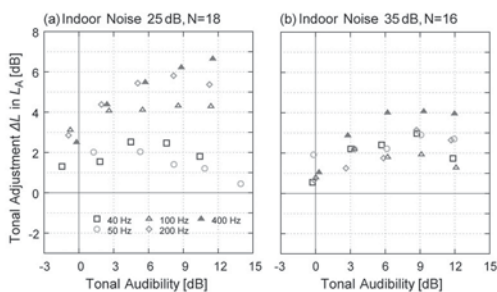


Fig.1: Relation between Tonal Adjustment in L_A and Tonal Audibility

1-10-17

1-10-17 防振ゴムの水平方向における振動伝達率とDIN 45669-2による方法の比較
—水平振動の設置共振対策に関する実験的検討—

Comparison of vibration transmission rate of vibration control rubber and method according to DIN 45669-2

-Experimental study on countermeasures for contact resonances of horizontal vibration-

○富田隆太(日大・理工), △後藤佑太(日大院・理工), 足立大(リオン)

- ◆本報では、水平方向の振動を対象に、DIN 45669-2による方法と本研究で提案している防振ゴムの振動伝達率を利用する方法(軟らかい防振ゴムを利用して、逆に低い周波数で防振ゴムと振動ピックアップによる設置共振を発生させ、その振動伝達率を利用する)を比較した。
- ◆DIN 45669-2による方法では、カーペットの種類によっては設置共振の影響が見られた。防振ゴムの振動伝達率を利用した方法による推定値は、本報のカーペットでも設置共振の影響を小さくできることがわかった。

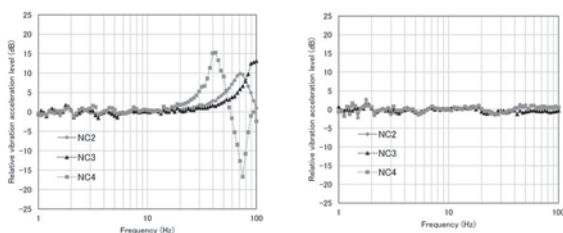


Fig. 1 Comparison of pattern ⑥ and estimated value

1-10-16

1-10-16 低周波数純音性成分を含むノイズのわずらわしさに関する検討: わずらわしさの増加の定量的評価法に関する考察

Study on subjective evaluation of noise containing low frequency tonal components focusing on the quantitative evaluation of noisiness

◎米村美紀(東大院), 李孝珍, 坂本慎一(東大生研)

- ◆環境騒音を模擬した広帯域ノイズに40~400 Hzの純音性成分を付加した試験音を用いたわずらわしさ評価実験の結果について、A特性音圧レベルとISO532-2:2017に定めるMoore-Glasbergラウドネスレベルを用いて比較した。前者では40,50Hzの純音性成分を含む試験音の物理的なレベルが増加するために純音周波数によるばらつきが見られた。

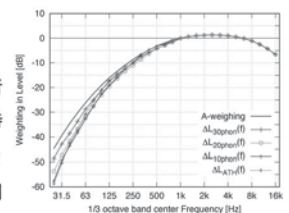


Fig.1: Weighting coefficient for low-level sound

- ◆指標間の差異のうちラウドネス特性に着目し、低レベルの音に対するラウドネス特性を模擬した重み付け(Fig.1)を試みたところ、A特性音圧レベルで見られた純音周波数によるばらつきが改善された(Fig.2)。

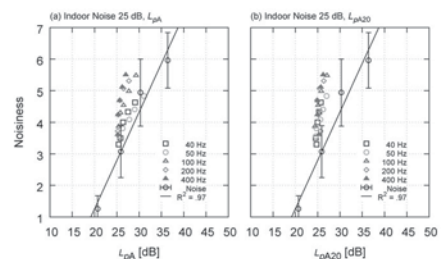


Fig.2: Relationships between Noisiness and S.P.L. (a) A-weighted S.P.L., (b) 20 phon-weighted S.P.L.

1-11-1

1-11-1 消費生活用製品の報知音
—国際標準化までの道程とその後—
Auditory signals for consumer products
— International standardization and what follows —

○倉片憲治(早稲田大・人科)

- ◆報知音とは、「使用者が製品を正しく使用するために役立つ情報を伝える目的で製品から発せられる音」を指す。
- ◆家電製品をはじめとする消費生活用製品において、報知音は操作性の向上に不可欠なインタフェースデザインの要素である(特に、製品の操作に不慣れな高齢者や視覚に障害のある者にとって)。
- ◆本稿では、報知音に関するJIS(日本産業規格)の現状と、ISO(国際標準化機構)での規格化までの道程について概説する。
- ◆取り上げる規格は、主に下記の4編である:
 - JIS S 0013 “消費生活用製品の報知音”及びその対応国際規格 ISO 24500 “Auditory signals for consumer products”
 - JIS S 0014 “消費生活用製品の報知音 - 妨害音及び聴覚の加齢変化を考慮した音圧レベル”及びその対応国際規格 ISO 24501 “Sound pressure levels of auditory signals for consumer products”
- ◆さらに、近年の国内外における関連規格の発行と、現行規格の改正に向けた国内の動きについて言及する。

Cover page of JIS S 0013 (left) and ISO 24500 (right)



1-11-2

1-11-2 島津製作所における UI サウンドデザインの取組み

Shimadzu's process for UI sound design

○平間朋洋, △吉迫光知(島津製作所 総合デザインセンター)

【概要】

ブランディング及びユーザビリティ向上を狙い、製品にUI サウンドを取り入れるプロセスを論じる。

【実施内容】

UI サウンドを製品に取り入れる際の問題である専門的知識並びに技術の不足及びコスト面を解決するために、UI サウンドの専門家とサウンドデザイナーとのコラボレーションを実施し、多機種に展開しやすいUI サウンドセットを作成した。

【具体的な紹介内容】

- ・ UI サウンドを作成する心構えとなる UI サウンドコンセプトの紹介。
- ・ 音程、時間パターン及び音色の側面から音を捉え、それぞれに役割を与えた UI サウンド規則の紹介。
- ・ 製品開発における上記3名の役割分担と流れの紹介。
- ・ UI サウンドを取り入れた3製品の紹介。



Fig.1: Precision Universal Testing Machines, AGX™-V

AGXは、株式会社島津製作所の日本及びその他の国における商標です。

1-11-4

1-11-4 シャープ AIoT 商品における音声ユーザーインターフェースのデザイン事例紹介

Voice User Interface Design case introduction for Sharp AIoT products

○宇徳浩二, △六車智子(株式会社 AIoT クラウド・プラットフォーム事業部)

- ◆本稿では、シャープ株式会社の AIoT 商品における音声 UI のデザインについて、いくつかの事例を交えて紹介を行う。
- ◆音声 UI は、グラフィカルユーザーインターフェース(GUI)と違い、体系立てて確立されたデザインが、まだ存在しておらず、体験を繰り返すことにより開発を行った。その中で得られた知見や課題について述べる。
- ◆具体的には、シャープが2015年から推進している「AI×IoT=AIoT」のコンセプトに基づいた商品に、音声ユーザーインターフェースを取り入れている事例として、スマートフォン AQUOS に搭載されている、スマホがタイミング良く話かけてくれる人工知能「エモパー」と、音声対話により献立相談を行う事ができる、ウォーターオープン「ヘルシオ」の事例を紹介する。
- ◆最後に、実際に世の中に発売している商品開発を通して得られた、音声ユーザーインターフェースの今後の可能性と課題について述べる。

1-11-3

1-11-3 UI(ユーザーインターフェイス)サウンドの制作手法及び事例紹介

Case study and methods of user interface audio production

山田泰正(有限会社 彩音本舗)

【制作事例】

- ◆ 島津製作所：超高速液体クロマトグラフ *Nexera™ シリーズ
紫外可視分光光度計 UV-1900
*Nexera は、株式会社島津製作所の日本及びその他の国における商標です。

- ◆ JR 西日本テクシア：高機能自動券売機 HT50
- ◆ キッズプロジェクト：タッチザアース インタラクティブマップ

【サウンドデザイン制作手法の紹介】

- ◆ 圧電ブザーを音程、音量も可変させる事で、ファミコンサウンド制作時の手法を用いて、より豊かなサウンド表現を可能にした(図1)。
- ◆ 一つの機器で使われる複数のサウンドについて統一感を意識した。複数の音色をレイヤーさせる事で、音に豪華さ、広がり生まれ、多彩でオリジナリティーのあるサウンド表現が出来る(図2)。
- ◆ インタラクティブマップでは、複数のユーザーが同時に触れる事で多くの音が鳴るので、それらの制御や子供向けコンテンツという事を意識してサウンドを制作した。



図1 ブザー音の音程と音量調整



図2 複数の音色のレイヤー

1-11-5

1-11-5 環境騒音下でも聞こえやすく心地よい報知音のデザインに向けて

Toward a comfortable notification sound design that is easy to hear even under environmental noise

☆川元初音, 和氣早苗(同志社女子大)

- ◆【目的】日常生活の報知音は、環境騒音に紛れてしまわないようにデザインされる必要がある。また聞こえればよいだけでなく、聞き心地も求められる。本研究では聞こえやすさと心地よさを両立する報知音のデザイン条件について考察する。
- ◆【実験概要】駅騒音下での聞き取り実験を定常音、変動音、メロディを用いた報知音各々について実施し、印象評価も行った。参加者は定常音、変動音実験が各14人、メロディ実験は13人だった。
- ◆【結果】等価騒音レベルが同じ報知音について、定常音(ビーブ音)よりも、豊かな音色の変動音が聞き取りやすく受け入れられることがわかった。(図1)変動音について、様々な音が重なる重音はそれ一音の発音(単発音)で、楽音に近いシンプルな変動音はメロディにすることで、聞こえやすさや受け入れられやすさが向上する可能性が高い。この際、2~3音のシンプルなメロディにすることが聞こえやすさと心地よさの点から効果的であるようだ(図2)。

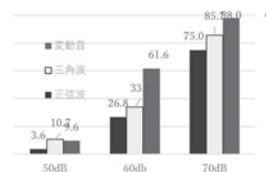


図1 正弦波、三角波、変動音の聞き取り率

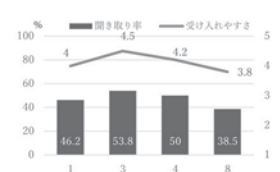


図2 音数別の聞き取り率と受け入れやすさ

1-11-6

1-11-6 ドライバの音楽聴取による覚醒維持に関する研究

Study on Driver's Maintaining Arousal by Listening to Music

☆南伸昌(中央大院), △式井慎一,

高橋弘毅(パナソニック), 戸井武司(中央大)

近年, 自動車運転中における居眠り運転による事故が多発している。そこで本研究では, 運転中に聴取されることが多い音楽を使用し, 運転者の覚醒水準を維持し, 交通事故の防止につなげることを目的とする。

まず, トラッキングタスクを用いた覚醒実験を実施し, 覚醒維持に有効な音楽の特徴量を定義した。

次に, 定義した特徴量に基づき 15 個の音楽を組み合わせた Table 1 に示す音環境の異なる条件下にて, ドライビングシミュレータを用いた高速道路走行を想定した前方車追従タスクを実施し, 眠気の変動量を求め, 運転精度の向上を検討した。

Fig. 2 に顔表情評価による覚醒度の評価結果, Fig. 3 に車間変動とふらつき率の運転精度の結果を示す。異なる音環境により覚醒度に差が生じ, 覚醒水準を維持することによって, ドライビング精度の向上が確認できた。

Table 1 Combination conditions

条件	使用する音楽
Arousal	覚醒感が中程度傾向の音楽 (11分) + 覚醒感が高い傾向の音楽 (30分)
	覚醒感が低い傾向の音楽 (30分)
Drowsy	覚醒感が中程度傾向の音楽 (11分) + 覚醒感が低い傾向の音楽 (30分)
	覚醒感が低い傾向の音楽 (30分)

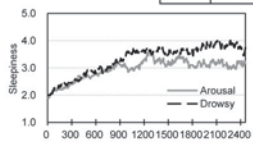


Fig. 2 Task of averaged by sleepiness

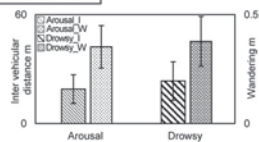


Fig. 3 Driving task score

1-11-8

1-11-8 自動運転時の権限委譲模擬タスクにおけるサウンド UI の印象評価

A Subjective Evaluation of Sound User Interface with a Simulation Task of Take-Over-Request Situation in Autonomous Vehicles.

☆藪野明絵, 山内勝也(九州大・芸工), 浅川香, 栗野智治, 木村勝(三菱電機・情報研)

- ◆ 高度な自動運転時には, システムが自動運転を停止し, 人間に車両の制御が委ねられる権限移譲 (Take-Over-Request: TOR) が行われることが想定される。著者らは音を用いた UI (サウンド UI) に着目し, TOR 場面での使用に適した音のデザイン手法に関する調査を進めている。前報[1]は TOR 場面を想定した状態で音の印象評価を行ったものであるが, 実際の TOR 場面ではサウンド UI 聴取後に何らかの操作を行うことが仮定される。そこで, TOR 場面を想定した実験環境を構築し, サウンド UI としての適切性に関する印象評価実験によって, 前報の実験結果の有効性を確認することを目的とした。

- ◆ 前報の実験結果と比較すると, 全ての評価項目で概ね傾向が一致しており, その有効性が確認された。また本実験を通して, より実環境に近い場合に音の緊急感の評価が増大する傾向があることが新たに明らかになった。重回帰分析でも前報と同様の傾向が見られ, TOR 場面としての適切性は好ましさ, 覚醒度の 2 項目で説明された。

[1] 藪野, 山内, 浅川, 栗野, 木村, “自動運転時の権限委譲シーンを想定したサウンド UI に関する探索的検討”, 音響論集 (秋), 1-2-6, 2019.

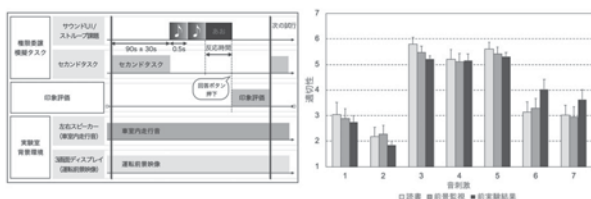


Fig. 1 実験手続きの概要(左)と適切性の平均評価値(右)

1-11-7

1-11-7 ジェスチャーインタフェースを使った VR コンテンツの音の生成

Generating sound of VR contents using gesture interface

◎金重源, 三戸勇気, 駒澤大介, 川上央(日大・芸術)

- ◆ 本研究で制作したコンテンツは, VR システムを活用した観覧者の参加を誘導するメディアアートの作品である。
- ◆ 仮想現実中存在するオブジェクトをモーション・トラッキング・センサーとマッピングした仮想空間内の手によって, オブジェクトに触れたり, つかむなどの行為をした際, それに応じたサウンドを生成し, 自動的に再生されるシステムを制作した。(Fig. 1)。
- ◆ オブジェクトである花の色は, 赤, 緑, 青, 紫, ピンクの 5 色に分けてモデリングし, C, D, G, A, B の音程でそれぞれマッピングして再生するシステムを作った。
- ◆ コンテンツの検証を行うため, 10 代から 50 代までの年齢層を実験対象として 30 名に体験してもらった。



Figure 1 VR Contents

1-11-9

1-11-9 自動車内の視覚情報表示とサイン音の相互作用に関する基礎検討

Basic study on interaction between auditory and visual information display in automobiles

☆増田真里枝, 山内勝也(九州大・芸工),

△湯浅美里, △西平宗貴(三菱電機・デザイン研)

- ◆ 自動運転やインフォテインメントの発達により, 自動車内でドライバーに呈示される情報の総量や種類が増加傾向にある。一般に, そのような情報は視覚的の表示が組み合わせられるが, 設計や研究の過程では独立に扱われることが多い。本研究では, 視覚刺激と聴覚刺激を組み合わせた際の影響について検討した。

- ◆ 単体では「安全」な印象の刺激を「危険」な印象の刺激と組み合わせると, 「調和していない」が「危険」寄りの評価をされた。視覚的の「安全-危険」の判断は, まず視覚と聴覚で独立に評価され, どちらか一方でも「危険」と判断されると全体としての評価が「危険」に傾く可能性が示唆された。

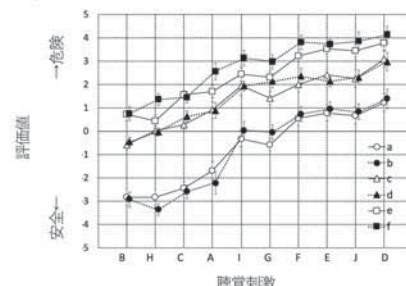


Fig. 1 視聴覚組み合わせ刺激に対する「安全-危険」の平均評価値と標準誤差

1-11-10

1-11-10 自動または手動変速時における音および振動の影響把握

Influence of Sound and Vibration in Automatic or Manual Gear Shifting Mode

☆野島恵理子(中央大院), 清水周作(中央大), 戸井武司(中央大)

本研究では、主観評価より変速操作の違いによる変速ショックの影響と、音を付加することによる印象変化を検討する。

まず、クラッチトルクを変更した小(S), 中(M), 大(L)の3種類の変速ショックを用いた際の印象を主観評価する。被験者の所持免許の種類ごとに因子分析を行った。Fig. 1に明瞭因子×快適因子のマニュアル免許者の散布図を示す。オートマ免許者と比較して、自動変速であるオートマ(AT)や手動変速であるシーケンシャルシフト(SEQ), パドルシフト(PAD)の変速方法によらず、変速ショックに対する印象が変化し、加速感や明瞭感が変化することを確認した。

次に、変速時に音を付加した場合に変速ショックを変更した印象を主観評価する。Fig. 2に明瞭因子×快適因子のマニュアル免許者の散布図を示す。オートマ免許者と比べて、音を付加した場合(O)では変速ショック単体(x)よりも快適感落ちるが、明瞭感が向上する傾向がわかった。したがって、音の付加で変速方法によらず、変速ショックの大きさによって操作性の向上が見込めることが明確となった。

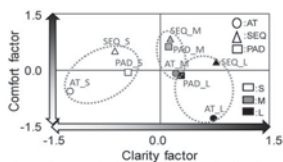


Fig. 1 Evaluation results of shift shock by SD method

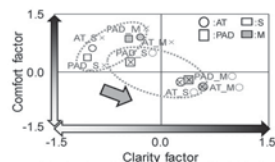


Fig. 2 Evaluation results of shift shock and sound by SD method

1-11-12

1-11-12 ハイブリッド車の音響特性に着目した加速感推定モデルの構築

Construction of Estimation Model for Feeling Acceleration of Hybrid Vehicles Focused on Acoustic Characteristics

☆本木耕平(中央大院), △小田切真純,

△高橋毅(日産自動車), 戸井武司(中央大)

ハイブリッド車のエンジン音とモータ音に着目した主観評価より加速感を評価し、重回帰分析を用いて加速感推定モデルを構築する。

まず、エンジン音とモータ音の音圧比変更、エンジン回転数の上昇率変更、および擬似変速音の有無による加速感評価を行う。モータ音の音圧の方が大きい場合、エンジン回転数上昇率が低い場合、および擬似変速音を付加した場合に加速感が向上することを確認した。

次に、週1回以上運転する場合の評価結果を基に重回帰分析より加速感推定モデルを構築する。最後に、加速感推定モデルの有用性を検討するため、加速感の悪い(Bad), 基準(Ref), および良い(Good)の3パターンの比較を主観評価より行った。Fig. 1に音と映像に運転操作が追加された場合、Fig. 2にさらに加速度とフロア振動が追加された場合の実験結果を示す。双方の結果とも加速感に優劣が付いており、加速感推定モデルの精度が高いことが検証できた。

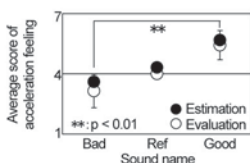


Fig. 1 Comparison results without simulator motion

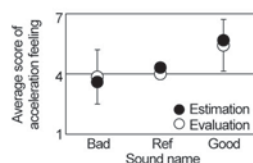


Fig. 2 Comparison results with simulator motion

1-11-11

1-11-11 プッシュスイッチの感触と操作音を考慮した複合刺激時の操作感覚推定モデルの構築

Construction of Operational Feeling Model for Push Switches in Consideration of Complex Stimuli of Tactile and Operation Sound

☆坂下文(中央大院), △白坂剛,

△下村尚登(アルプスアルパイン), 戸井武司(中央大)

多様な製品に用いられているプッシュスイッチは、近年の静穏な環境において操作音が顕在化し、品質および操作感が低下する場合がある。本研究ではプッシュスイッチの感触と操作音を設計段階から予測する操作感覚推定モデルの構築を目指す。

まず、感触と操作音の複合刺激時における主観および客観評価を行い、因子分析、クラスター分析を実施した。本分析より、感触と操作音は互いに影響していること、プッシュスイッチ操作における平均接触力の分布を把握した。これらに基づき、重回帰分析を用いた操作感覚推定モデルの構築および妥当性を検討した。Fig. 1は全因子得点の最大(All Max), 最小(All Min)を推定した際のプロフィール図であり、各評価形容詞対の点数が基準(Default)と比較して良い、悪いと正しく推移しており、操作感覚推定モデルの妥当性が検証された。

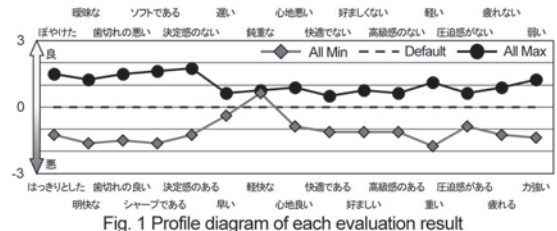


Fig. 1 Profile diagram of each evaluation result

1-11-13

1-11-13 気筒間ばらつきの特徴量に基づくディーゼルエンジン燃焼音の印象評価

Impression Evaluation of Diesel Combustion Noise Based on Features of Variation among Cylinders

☆戸田勇介(中央大院), 戸井武司(中央大)

ディーゼルエンジンは気筒内圧の上昇がガソリンエンジンより急激に変化するため、燃焼音が目立ち、各気筒における音響伝達関数や燃料噴射タイミング等の違いによるばらつきが音質に影響を与える。

そこで本研究では、気筒間ばらつきに着目し、各気筒における爆発順序を変え、燃焼音の印象変化を把握する。また燃焼音の特徴量から、良好条件、悪条件の検討を行う。Fig. 1に2種類の気筒を用いた音源の音質評価を示す。順序によって印象の変化が確認でき、1212のように異なる気筒が交互に爆発する燃焼音は快適感が低下することがわかる。Table 1に1500 Hz ごとの気筒間音圧差を合計した1サイクル分の音圧ばらつき量と主観評価の相関を示す。燃焼音の主成分となる強い音圧を含む周波数帯で相関が大きくなることがわかる。また、Fig. 2に回転1次成分の変調度と主観評価の散布図を示す。変調度が大きくなるほど快適感が低下している。以上より、本実験で用いた音源において、音圧ばらつき量と回転次数に着目した変調度が快適感に影響していると推察される。

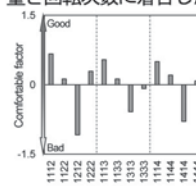


Fig. 1 Change of impression by changing order of FRF

Frequency [Hz]	#1#2	#1#3	#1#4
0-1500	-0.81	0.36	-0.91
1500-3000	-0.96	-0.85	-0.60
3000-4500	-0.86	-0.85	0.43
4500-6000	-0.99	-0.80	-0.99
6000-7500	-0.94	-0.89	0.14

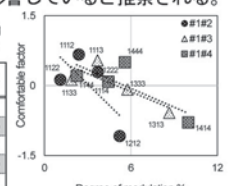


Fig. 2 Scatter plot(Degree of modulation-Comfortable factor)

1-11-14

1-11-14 自動車車室内音が乗員の心理的・生理的反応に及ぼす影響

Effects of car interior noise on driver's feeling of fatigue
◎佐藤匠, 小松原森, 高田正幸(九州大・芸工),
△齊藤由典(日本ミシュランタイヤ)

◆自動車の走行時には車外だけでなく車内でも騒音が生じ、車内の乗員は走行中常時騒音に暴露されることになり、運転者への影響が懸念される。本研究では実際の運転行動を模擬した状況下で、車室内音の音響的特徴を系統的に変化させた刺激を聴取者に長時間暴露する実験を行い、自動車車室内音が乗員の心理的反応や生理的反応に及ぼす影響を検討した。



Fig. 1 実験風景

- ◆主観評価の結果から、全ての刺激において時間経過とともに疲労感が増していることが分かった。また、刺激の周波数特性の影響は、疲労感と眠気のいずれの評価でも認められなかった。
- ◆唾夜アミラーゼ活性値を用いた生理評価では、いずれの刺激条件でも実験前後の平均値に有意差は認められなかった。

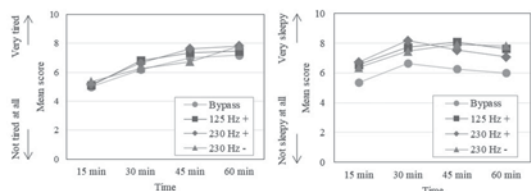


Fig. 2 疲労感の主観評価結果 (左図) と眠気の評価結果 (右図)

1-11-16

1-11-16 医療空間の音環境デザイン・プロジェクト (2) -耳原総合病院を例にして-

An Environmental Sound Design Project for Medical space (2)

◎小松正史 (京都精華大学) △室野愛子 (耳原総合病院アートディレクター)

- ◆耳原総合病院 (大阪府堺市堺区協和町) を対象にした、医療空間の音環境デザインの成果を報告する。
- ◆当院に従事するスタッフを対象に、院内の音環境の印象評定を2016年7月から2018年1月にかけて、3条件 (計3回) で行った。
- ◆3条件とも極端な変化はみられないものの、1回目 (既存 BGM) と 2回目 (BGMなし) の評価が類似している。
- ◆新規 BGM を導入することで、既存の BGM と BGM なしの状態に比べて、院内の音環境をポジティブに変化させる結果が得られた。

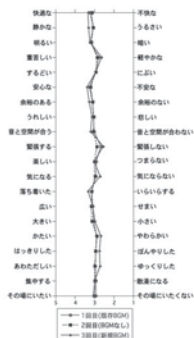


Fig. 3 Profile diagram with 3 conditions

1-11-15

1-11-15 電車の警笛に望ましい音響特性

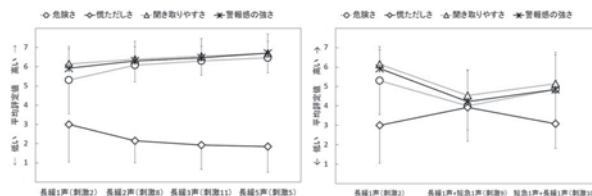
Desirable acoustic characteristics of horn sound in electric train

☆増子遼一, 金基弘(駿河台大)

◆本研究では、電車の気笛合図方式 (警笛音) について音刺激を用いて印象評価実験を行い、危険報知や注意喚起などの音のサインにふさわしい音響特性について検討を行った。

◆空気笛による「長緩気笛」の吹鳴回数の差による印象変化の結果を示した図1(a)から、繰り返し回数が1回から5回に増えていくほど、警笛音の「○」危険さ、「◇」慌ただしさ、「△」聞き取りやすさ、「*」警報感の強さが徐々に強くなっていることがうかがえた。

◆気笛の吹鳴パターンの違いによる警笛 (接近報知音) の印象変化の結果を示した図1(b)からは、既存の空気笛のみによる警笛音 (刺激2) に比べ、電子ホーンを付加した警笛音 (刺激9、刺激10) の方が全体的な印象が弱くなっており、音環境に配慮した鳴らし方であることが示唆された。



(a) 吹鳴回数の差によるもの (b) 吹鳴パターンの違いによるもの

図1. 電車の気笛合図方式 (警笛音) の印象変化の結果

1-11-17

1-11-17 静穏な音環境下における個人の知的作業への聴覚刺激の影響

—知的階層の違いによる検討—

Effects of auditory stimuli on personal intellectual work in a quiet sound environment - consideration based on differences in intellectual hierarchy -

☆北條寛人, 佐藤考浩 (茨城大院), 三浦太郎, 小林真人,

△科部元浩 (飛鳥建設), 辻村壮平 (茨城大院)

- ◆執務室の暗騒音を L_{Aeq} 40 dB に設定した状況下において、音を付加する場合の音の種類や提示レベルの違いが個人での知識処理作業及び知識創作業に及ぼす影響を検討することを目的とする。
- ◆主観評価実験を実施した結果から、音声マスキャーは SN -3 dB (L_{Aeq} 43 dB) の提示レベルでも知識処理作業及び知識創作業の作業性の低下や妨害感を生じさせる可能性が示された。一方、音楽や自然音は SN +6 dB (L_{Aeq} 48 dB) までは、いずれの作業でも作業しやすく妨害感を感じない印象となった。さらに知的階層の違いによる影響を検討した結果、自然音において知識処理作業に比べ知識創作業の方がより厳しい評価傾向にあり、音環境の影響を受けやすいことが示唆された。

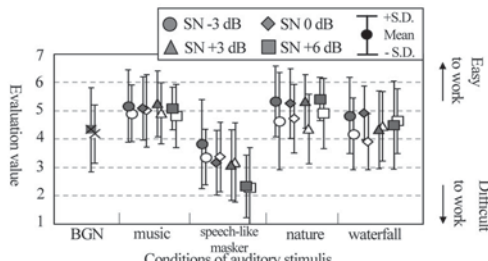


Fig. 1: Evaluation value of "workability"

(●: knowledge processing work, ○: knowledge creative work)

1-P-1

1-P-1 錯聴を利用した音声認識のための データ拡張: 時間反転音声に基づく検討 Data augmentation technique for ASR system based on locally time-reversed speech

◎芦原孝典, 田中智大, 森谷崇史, 増村亮, 篠原雄介, 柏野牧夫 (NTT)

- ◆本稿では錯聴, 特に時間反転音声 (RS) を通じて, まず End-to-End 音声認識システム (E2E ASR) の認識精度と, 人の知覚強度とを CSJ コーパスを用いて比較した (Fig. 1).
- ◆次にオリジナルデータに対し, その錯聴音声を学習データとしてデータ拡張する手法を提案した (Fig. 2).
- ◆その実験結果 (Table 1) から, 特に 50ms の反転窓幅の RS でデータ拡張し学習したモデルにおいて, 精度改善が見られた.

Table 1: Experimental result from E2E ASR models by using augmented data (RS)

	0ms	25ms	50ms	75ms	100ms
Eval1	9.3	8.7	8.3	8.3	8.9
Eval2	6.4	6.3	6.4	6.2	6.3
Eval3	6.6	6.5	6.4	6.8	7.2

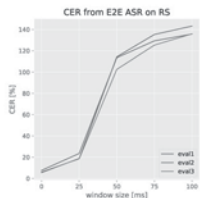


Fig.1: Character error rate from E2E ASR on RS

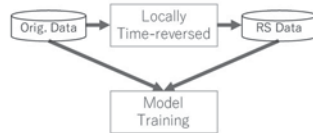


Fig.2: Schematic processing flow of data augmentation

1-P-3

1-P-3 自身が知覚する声を表現する フィルタ特性に関する基礎的検討 Exploration of 'best' filter representing the voice as perceived by him-/herself

○守井成輝 (香川大・工), 佐藤敬子 (香川大・創造工)

- ◆目的
音高の知覚的尺度であるメル尺度に着目し, 参加者ごとに自身の声に最も近いと評価されるメル尺度を求める手法を用いて検討を行った。
- ◆実験結果
自身の声に最も近いと評価された条件は参加者によって異なった。しかし, 0 mel の条件が, 最も自分の声に近いと評価されなかったことは共通しており, 録音音声と自身の声の知覚の違いとして, 基本周波数の差があると考えられる。基本周波数の修正は, 自身の音声を表す手法として有効であることが示唆された。
- ◆今後の課題
・女性を参加者に加えること
・文章音声の修正前後での基本周波数の変化を調査し, メル条件のパラメータの検討

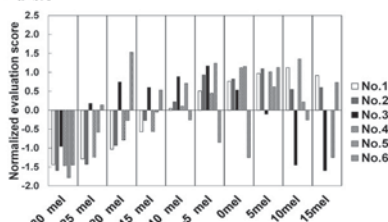


Fig.1: Word evaluation experiment(right)

1-P-2

1-P-2 連続音声聴取時の聴覚短期記憶の挙動 Working of auditory short-term memory during continuous sound perception

○船津誠也 (県立広島大), 藤本雅子 (早稲田大)

- ◆聴覚短期記憶 (short-term memory) /ワーキングメモリのキャパシティに関して反復単語変形効果 (verbal transformation effect) を用いて研究を行なった。
- ◆刺激音声は, 日本語母語話者の男性1名が発話した/banana/を用いた。
- ◆ISI が 0, 100, 200, 300, 400 ms の5種類の音声刺激列を用い, 知覚遷移 (perceptual transition) が生じるまでに被験者が知覚する音声数を求めた。
- ◆ISIについて分散分析を行なったところISIの違いによる有意差は見られなかった ($p = 0.0531$)。全体的な傾向としてはISIが増加するにしたがって知覚音声数も増加していた。
- ◆知覚音声数の増加は, 短期記憶/ワーキングメモリ飽和が生じるまでの時間が遅延した (遅れた) ものとも解釈される。

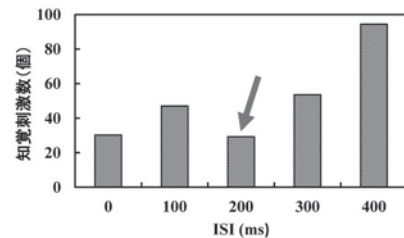


Fig. 1: 知覚遷移が生じるまでに知覚した刺激音声の数

1-P-4

1-P-4 話者自身が知覚する音声における 骨導音声の伝達割合 Proportion of bone-conducted speech transmission in one's perceived own voice

☆鳥谷輝樹 (北陸先端大), △Peter Birkholz (TU Dresden), 鶴木祐史 (北陸先端大)

- ◆背景: 自己聴取音声における気導・骨導音声の振幅の比は約 1:1 であることが分かっている (Békésy, 1949)
→ 物理的に測定された頭部振動の伝達特性 (鳥谷ら, 2019) を用いても, 上記の知覚的な性質を説明できる可能性あり
- ◆目的: 頭部振動の伝達特性 (鳥谷ら, 2019) を用い, 自己聴取音声における気導・骨導音声の振幅混合率を求めること。
- ◆方法: (1) 物理測定 (鳥谷ら, 2019) で得られた伝達特性を気導音声にフィルタリングして, 模擬骨導音声を作成。(2) 自己聴取音声に聴感上もっとも近づくように, 気導音声の振幅に対する模擬骨導音声の振幅の混合率を調整法により決定。
- ◆結果: 個人差が大きい, 気導音声の振幅に対する模擬骨導音声の振幅の混合率は約 90~130%とする傾向あり
- ◆結論: 気導音声の振幅に対する骨導音声の振幅の混合率は約 90~130%となった。
→ 頭部振動の伝達特性を用いて, von Békésy の知覚的な性質を概ね説明できる可能性が示唆された。

Table 1: Mixture rate of synthesized bone-conducted speech relative to air-conducted speech on the evaluation of one's perceived own voice (%)

(dB)	Speaker 1	Speaker 2	Speaker 3
/a/	95.5	164.8	129.1
/e/	89.2	138.6	139.1
/i/	101.3	163.4	136.0
/o/	86.1	162.7	99.2
/u/	100.7	167.5	19.9
Mean	94.6	159.6	104.7

1-P-5

1-P-5 PEAR 法が変形聴覚フィードバック下での発話補償応答を改善する要因のDNN 解析

DNN analysis of why PEAR method improves compensatory response under transformed auditory feedback

☆ 山口史朗(九州大), 廣谷定男, 上江洲安史, 持田岳美(NTT CS 研)

- ◆ 発話運動制御における聴覚フィードバックの貢献メカニズムの解明のために、自発音声の母音のフォルマント周波数に実時間で摂動を与えた音声を聞きながら発話する変形聴覚フィードバック(TAF)実験が行われている。
- ◆ TAF 実験において、PEAR 法をフォルマント推定に用いることで、摂動に対する補償応答が LPC より大きくなることを示したが、これらの変換音声を聞き比べても、その違いはほとんど分からない。
- ◆ そこで、「聞きながら発話するという状況において、PEAR と LPC の違いが顕著になる」という仮説を立て deep neural network で PEAR と LPC を分類する課題を行ったところ、自発音声 (Utter) と変換音声 (Trans) を同時に入力した場合 (2ch) のみ、平均識別率が 50% よりも有意に高くなり (Fig. 1)、上記の仮説が支持される結果となった。
- ◆ このことは、発話の予測がフィードバック音声の自然性の判断する上で重要であるということを示唆している。

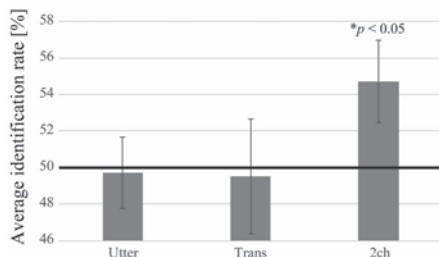


Fig. 1: Average identification ratio of utter, trans and 2ch input.

1-P-7

1-P-7 転移学習と Attention-based LSTM に基づく英語自動韻律評価

Automatic English prosody evaluation based on transfer learning and attention-based LSTM.

☆ 植田翔太, 千葉祐弥, 能勢隆, 伊藤彰則(東北大)

- ◆ 本稿では日本語母語話者のための英語自動韻律評価システムの精度改善を目的として、言語情報と韻律情報を入力とする Attention-based LSTM を用いた韻律評価手法を提案した (Fig. 1).
- ◆ 言語特徴量には単語と文に関する属性情報、韻律特徴量には対数 F0、対数パワー、およびそれらの Δ 特徴量を用いる。
- ◆ 韻律評価実験の結果、従来法に対してシステムによる推定スコアと正解スコアとの相関係数が改善された (Fig. 2)。また、話者性と文の内容が韻律スコアの推定に大きな影響を与えることも示された。
- ◆ さらに、提案モデルに対し韻律の評定値が付与されていないネイティブ・非ネイティブ音声をを用いた事前学習を導入したが、性能の改善は示されなかった。
- ◆ 今後はモデルの事前学習手法に関してさらに検討を行う予定である。

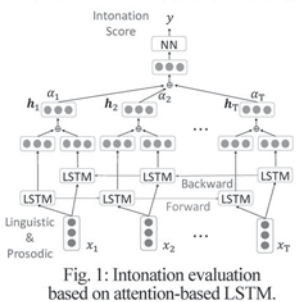


Fig. 1: Intonation evaluation based on attention-based LSTM.

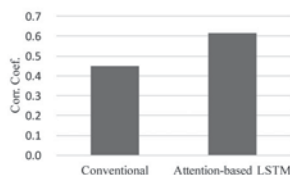


Fig. 2: Results of intonation evaluation (left: conventional method, right: attention-based LSTM).

1-P-6

1-P-6 周波数領域 velvet noise を用いた音声生成知覚相互作用の測定について

Application of the Frequency domain variant of Velvet Noise in measurement of interactions between speech production and perception

○ 河原英紀(和歌山大), 榊原健一(北海道医療大)

- ◆ 時間伸長パルス(TSP: Time Stretched Pulse)の新しいメンバーである周波数領域ベルベットノイズ(FVN: Frequency domain variant of Velvet Noise)を用いることで、複数の直交する系列を作ることができる。その系列を用いて基本周波数に周波数変調をかけて、周波数変調に対する応答を求めることができる実験系を構成した。
- ◆ 周波数変調された調波複合音を聴きながら発声すると、音声の基本周波数が、その変調を補償する方向に変化する傾向が認められる。
- ◆ 今後は、発声された音声の基本周波数を実時間で変調する系を構成し、検討する予定である。

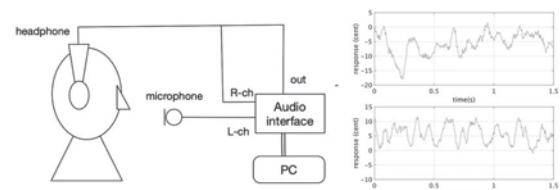


Fig. 1: Diagram of auditory effect measurement on voice fo and test results. Upper plot shows the response and bottom plot shows background noise

1-P-8

1-P-8 Intelligibility improving and naturalness preserving of synthesized speech for noisy environments

☆ Thuan Van Ngo (JAIST), Rieko Kubo (NICT), Masato Akagi (JAIST)

- ◆ This study clarifies significant time-frequency features for intelligibility and naturalness of speech in noise.
- ◆ We carried out listening tests of speech produced by different spectral shaping methods under various noise types and SNR levels. On the basis of modulation spectrum (MS) and modulation transfer function (MTF) concepts, analyses on the listening test results were performed.
- ◆ The analysis results indicate that significant features to improve intelligibility are to increase MS at 0.5-2 kHz, 5-6 kHz acoustic frequency, and 4 Hz and from 8 Hz modulation frequency in those acoustic frequencies. Being deeply masked within 0.5-2 kHz acoustic frequency and much increasing from 8 Hz modulation frequency affect naturalness.

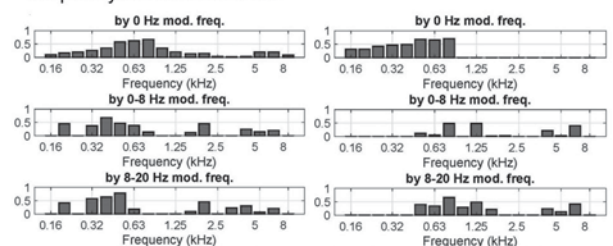


Fig. 1 Person correlation between DMS at acoustic frequencies calculated by 0 Hz/0-8 Hz/8-20 Hz modulation frequency and the intelligibility (left panel) and naturalness (right panel) scores

1-P-9

1-P-9 大規模日常会話コーパスにおける イントネーションラベリング

Intonation labeling of CEJC corpus

○菊池英明(早大/国語研), 山田高明(一橋大/国語研), 小磯花絵(国語研)

- ◆日本語日常会話コーパスのうちおよそ 20 時間のコアセットに対して J_ToBI モデルに基づくイントネーションラベリングを行っている。
- ◆人手による高精度なアノテーションが付けられる「コアセット」の選定に際しては、環境音を主とするノイズレベルの評定を行い、ノイズレベルが著しく高いものを除外した。選定指針の詳細とともに話者数・会話時間などの情報を報告する。
- ◆イントネーションラベリングの規準は、J_ToBI を自発音声に向けて拡張した X-JToBI を簡略化した「簡易版 X-JToBI」に基づく。
- ◆主に以下の問題について、ラベリングの経験を踏まえて検討・整理する。
 - (1) 日常場面における音環境の影響
 - (2) 発話中の相互作用の影響
 - (3) 自発会話音声特有の問題

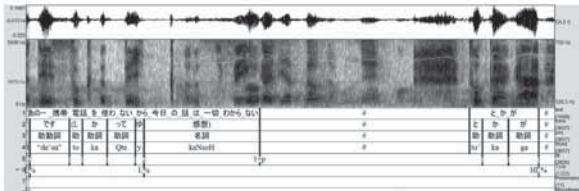


図1 CEJCイントネーションラベリングの例

1-P-11

1-P-11 幼児の発達段階における言語能力と 社会認知能力・運動能力の相関関係 についての検討

A study on the correlations among language, social abilities and motor abilities in the developmental stage of infants

○須藤路子(順天堂大), △東根明人(コーチングバリュー協会),
伊藤憲治(東京医療センター), △桐野衛二(順天堂大)

本研究の目的は、1) 幼児の言語能力の発達に着目し、共感性と運動の関連性を分析する、2) 言語能力と運動能力との発達の間接関係を測定する、3) 各能力と月齢の関係を分析することであった。

保育園 2 カ所の年中クラス 4 歳~5 歳の 32 名 (男児: 18 名、女児: 14 名) であった。言語能力は、語彙流暢性テストにより、言語生成能力を測定した。言語理解能力の測定には、遠城寺式乳幼児分析的発達検査法を使用した。社会認知能力は、「心の理論」の共感性を測定した。共感性を測定するために、Sally-Anne Test、および John-Mary Test の日本語アニメーション版心の理論課題 ver. 2 により、心の理論の能力検査を実施した。運動能力は、文部科学省が定める幼児の運動能力測定で評価した。

各能力内の測定結果には相関が認められたが、特に言語理解能力は語生成能力、社会認知力さらに運動能力とも有意に相関した。月齢が言語理解能力および運動能力の一部と相関した。言語理解能力が高い幼児は、社会認知能力が高いことが示された。言語理解能力の中で数概念の理解能力が高い幼児は、運動能力の中でボール投げの能力が高いことが示され、粗大運動の発達と言語理解能力の発達に相関があることを示唆している。

1-P-10

1-P-10 日本語上級中国人学習者と母語話者の 真偽/疑問詞疑問文イントネーション の産出と知覚

Production and Perception of Intonation of Yes-No Questions and WH Questions Read Aloud by Advanced Chinese Learners of Japanese and Native Japanese Speakers

☆郭田夫, 施礫峰, 花蘭悟, 伊達宏子(東京外大)

- ◆日本語上級中国人学習者と母語話者が発話する 1) 真偽疑問文と 2) 疑問詞疑問文のピッチパターンを比較した。
- ◆2文4セット×5回を読み上げてもらい、疑問詞部と述部のピッチ変化を観察した。中国人学習者は、個人間、個人内でもばらつきが観察された。
- ◆中国人学習者の各 10 発話を母語話者 10 名にどちらの疑問文に聞いたか強制判定してもらった結果、CF3 は 80%、CF4 は 53%、CM2 は 27% の判定であった。
- ◆母語話者 1 名の 20 発話を中国人学習者 3 名に強制判定してもらった結果、CF3 は 100%、CF4 は 55%、CM2 は 65% の正解率であった。

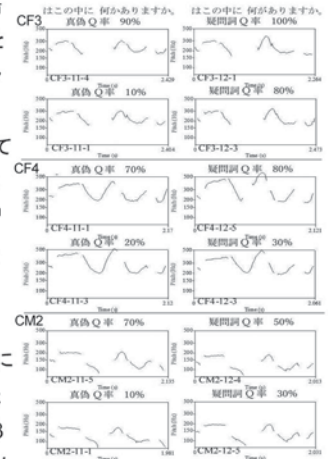


Fig.3 Pitch patterns of Yes-No question (left) and WH question (right) read aloud by 3 Chinese learners of Japanese CF3, CF4, CM2, with the highest accuracy rate (top) and the lowest accuracy rate (bottom), judged by 10 native Japanese speakers.

1-P-12

1-P-12 日本人小学生による英語音声の追跡的分析 - /ə / に着目した母音フォルマント周波数の変化について - Longitudinal analysis of English speech produced by Japanese elementary school children - Change of formant frequencies of English vowels focusing on /ə / -

☆水谷文香, 加藤恒夫, 山本誠一(同志社大・理工)

- ◆日本人小学生の英語音声から母音フォルマント周波数を追跡的に分析し、特に /ə / についてその変化と他の母音との関係性を調べた。
- ◆日本人小学生は英語母語児童と比較してフォルマント分析のとりまが狭く、母音同士の重なりが大きい。
- ◆ネイティブ児童との 10 種類の母音の平均距離と /ə / の距離の間には正の相関が見られ (女子: $r=0.50$, 男子: $r=0.44$)、英語単母音の発音の質が /ə / に表れている。
- ◆児童らの /ə / の発音は 4 期で改善・劣化傾向で二極化していることが示唆された。

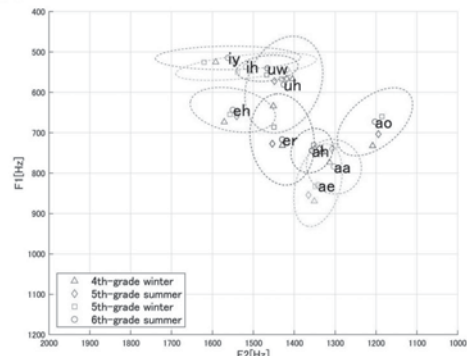


Fig.1: F1 and F2 frequencies of ten English vowels produced by 20 Japanese native female children

1-P-13

1-P-13 児童を対象にした日本語長短母音の 構音動作の観察

Observation of articulatory movements in Japanese short
and long vowels produced by children

○白勢 彩子(東京学芸大), 北村 達也(甲南大)

目的・概要 日本語の長・短母音のモーラリズムの生成機構の成立過程を明らかにすることを目的に、児童を対象に長・短母音対の発話生成実験を行ない、口唇運動を動画記録して検討した。

手続 カメラが常に話者の正面に位置するよう、前面にアームで Web カメラを固定したスポーツ用ヘルメットを用いて収録した。動画中の一部フレームから正中面上の赤唇縁と皮膚部の境界(上下), 左右の口角の4点を手動で計測して学習データを作成し、アンサンブル回帰木により推定して口唇の開きの高さや幅を求め、対象母音区間の最大値を得た。

結果 共通語話者の7歳女兒1名と成人1名のデータをFig.1に示す。計測値は、孤立発声「ア」「イ」の口唇の開きの高さや幅により正規化した。成人では短母音より長母音で、開大高の値が大きい。一方、児童ではこのような傾向が弱かった。従来、児童期には長・短母音間の音韻的な識別は確立しているとされており、長母音における構音動作の拡大は、長さを音韻的に識別するための、必須の動作ではない可能性がある。

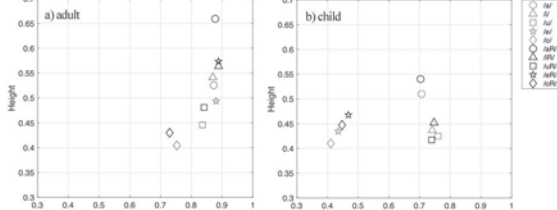


Fig.1: Height and width of lip openings in short and long vowels production.

1-P-27

1-P-27 三人会話の次話者選択に関わる言語・音響特徴の分析

An analysis of syntactic and acoustic features related to next speaker selection in Japanese three-party conversations

○石本祐一(国語研), △岡岡文博(拓殖大), △榎本美香(東京工科大)

- 円滑な話者交替のために、次話者の決定には「現話者による次話者選択」や「聞き手による自己選択」といったターン配分テクニックが用いられる。
- 本研究では、発話の次話者選択方法と言語・韻律特徴との関連性を分析することで、音響的特徴がターン配分要素となりうるか調べる。
- 次話者選択方法 (Selection Type)
 - 現話者により次話者が選択される (selecting)
 - 次話者が明示されず話者交替が生じない (non_sel_hold)
 - 聞き手の自己選択により話者交替が生じる (non_sel_switch)
 - 現話者がストーリーテリングを続ける (multi-unit)
- 最終アクセント句の音響特徴に着目して分析した結果、文末表現で終わる発話において次話者指定の有無や話者交替の有無によって F0 (Fig.1) ・パワー・モーラ長に違いが生じていることがわかった。

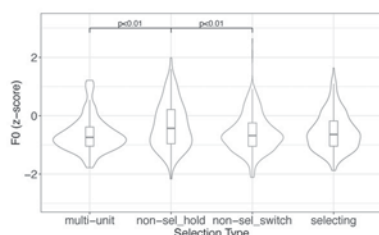


Fig.1: Distribution of the F0s in each selection type.

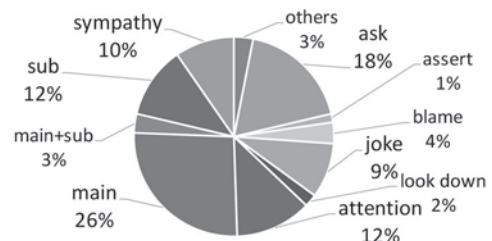
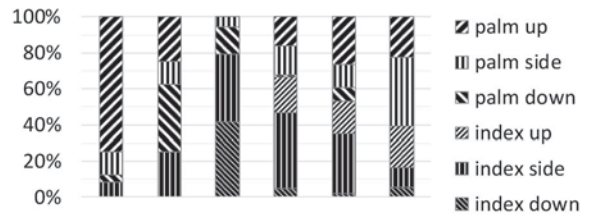
1-P-26

1-P-26 雑談対話中の指示ジェスチャの分析： 発話機能と対人関係との関連

Analysis of pointing gestures in dialogue speech

○石井カルロス寿憲, 三方瑠祐, 石黒浩 (ATR 石黒浩特別研究所)

- ◆ 相手に指をさす行為は、一般的には失礼な行為と捉えられるが、カジュアルな対話では、相手を指す行為が頻繁にみられる。
- ◆ 本研究では、雑談対話に出現する、対話相手に向けた指示ジェスチャを抽出し、手の形や動きと、発話に伴う機能や、対人関係などを考慮して、これらの関連性を調べた。



1-P-28

1-P-28 ゲームプレイ中に表出した 社会的な笑い声のラベリングとその音響分析

Social signal labeling and acoustic analysis for laughter expressed during gameplay

☆小山俊樹, 有本泰子(千葉工大)

- ◆ 本研究は笑い声がよく表出するゲーム場面をターゲットに様々な種類の笑い声に対し、適切なリアクションを生成するシステムの開発を目指す。
- ◆ ゲーム場面に表出する笑い声がどのような種類の社会的信号を知覚させているか主観評価実験を行い、その種類の笑い声の構成要素との関係や音響分析の結果を報告する。
- ◆ 7種の社会的な笑い声の表現のラベルが付与された笑い声と bout (b), 無声吸気 (h), 有声吸気 (H) の関係を調査するとともに、音響分析を行った。
- ◆ 悲観的な笑いでは最も h が多く、高圧的な笑いでは最も H が多くなった。陽気な笑いでは全体的に bout, h, H のバランスが取れており、陽気な笑いには多様な表現がある可能性が示唆された (Fig. 1)。
- ◆ 陽気な笑い、悲観的な笑いや高圧的な笑いなどに他の種類の笑い声の表現と顕著な音響的な差があることが示された (Fig. 2)。

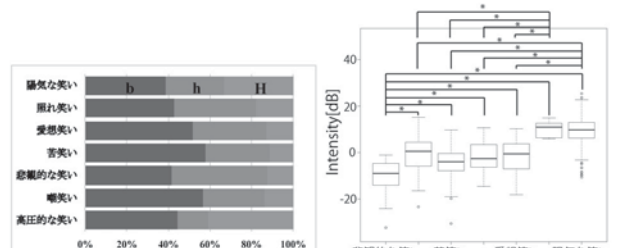


Fig.1: Bout(b), unvoiced inhalation(h), and voiced inhalation(H) rates for each category.

Fig.2: Analysis result of Intensity (* p < 0.05).

1-P-29

1-P-29 聴覚的印象に着目した笑い声検出の検討

Study on sound detection for laughter by using features based on auditory attributes

☆田中聡一郎, 森田翔太(福山大), 鶴木祐史(北陸先端大)

【背景】笑い声の自動検出は音声コミュニケーション支援で重要な要素技術。従来法の多くは音響特徴量(AF)のみを利用。

【問題点】短いフレーズの笑い声や鼻笑いに対し、検出率が低いこと

【目的】音響特徴だけでなく、聴覚的印象として音質評価指標(SQM)を導入した笑い声検出法について検討すること。

【やったこと】笑い声検出法(Fig.1)を提案した。笑い声と非笑い声(通常音声, 楽器音, ノイズ)を利用して提案法を評価した。

【結果】正答率が約90%, 誤受率率が5%の笑い声検出を実現した。正答率が約70%で愛想笑いや鼻笑い等の検出も可能とした。

Tab.1: Evaluation results of laughter detection

	AFのみ(従来法)		SQMのみ		AF & SQM(提案法)	
	Train	Test	Train	Test	Train	Test
正答率	73%	70%	80%	78%	94%	92%
精度	73%	70%	80%	78%	94%	92%
再現率	88%	85%	100%	100%	100%	100%
F 値	80%	77%	89%	88%	98%	95%
誤受率率	8%	10%	6%	7%	5%	5%

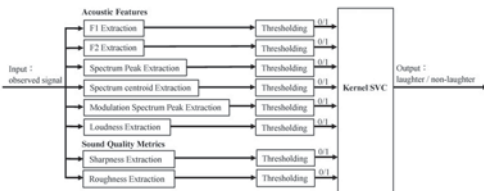


Fig.1: Block diagram of laughter detection

1-P-31

1-P-31 雑音環境下でアナウンサー音声は理解性が高いのか

Intelligibility of announcers' speech in noise environments

○小林まおり, 赤木正人(JAIST)

◆一般の人に比べて、アナウンサーの発話した音声は明瞭性が高いことが報告されており、かつ、基本周波数パターンやフォルマントパターン、平均スペクトルなどに特徴があることが示されている。

◆しかし、実際に理解性を比較した研究は報告されておらず、上記の音響特徴との関連性も明らかにされていない。

◆そこで、本研究では、アナウンサーと一般の人が同じ語句を発話した音声に雑音(ピンクノイズ・バブルノイズ)を付加し、SNRを操作しつつ、了解度実験を行った。

◆実験の結果、雑音を付加した場合には10~30%程度、アナウンサー音声の方が単語正答率が高く、理解性が高いことがわかった。

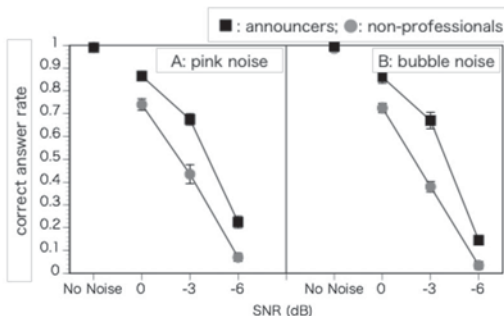


Fig.1: Results of Experiment 1. (Speakers ■: announcer, ●: non-professionals)

1-P-30

1-P-30 原稿の有無が説明者の発話と被説明者の反応に与える影響の分析

The analysis of effect that speaker's speech and listener's response are given by the manuscript.

☆高松屋友翼, 森大毅(宇都宮大・工)

◆目的

- 対話システムとの対話において聞き手反応が見られない理由を明らかにする
- 本論文では、人間同士の対話にのみ存在する対話の要素を操作して、その要素と聞き手の反応の出現頻度との関係を調べた結果を報告する。

◆実験方法

- 要素を操作するための道具立てとして、説明原稿の有無および種類の違いを利用した人間同士の対話実験を行う。

	人間らしさ H	非流暢性/ ノンバーバル行動 N	自発音声の 言語的特徴 V	自発音声の 韻律的特徴 P
①HNV	○	○	○	○
②H	○	×	×	?
③HV	○	×	○	?

◆結果

- HNV ≈ HV > H
- 自発音声の言語的特徴の有無が聞き手反応の違いを招いた原因になっている可能性が考えられる。

1-P-32

1-P-32 音声の明瞭化に向けた臨界帯域幅を考慮したスペクトル周波数軸の伸縮

Expansion and contraction of spectral frequency axis considering critical bandwidth for speech clarification

○内田照久(大学入試センター 研究開発部)

目的 音声の明瞭化法の開発に向けて、聴感上、効果的で自然な、音声スペクトルの周波数軸の伸縮法を検討

方法 音声分析合成法 WORLD を使用、周波数軸の伸縮法を比較

(1) 周波数軸を定数倍する方法と、伸縮量を臨界帯域幅に対応する ERB 軸上で均等に割り当てる提案法を比較

(2) 母音フォルマント帯域を拡大した音声と単純合成音も比較

評価 首都圏の国公立10大学1年生100名(男:80名・女:20名) ERB 軸上の伸縮が自然性で高評価、母音帯域の拡大には課題

Naturalness: 自然性の評価指標

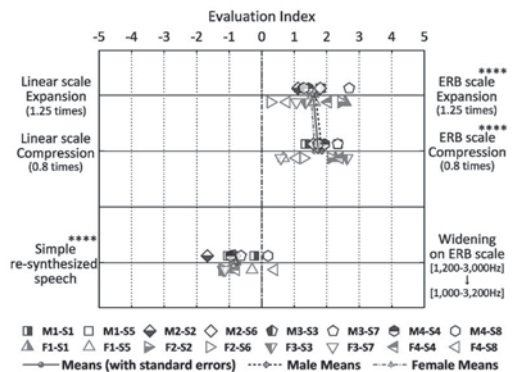


Fig.1 Naturalness score for each comparison-pair condition..

1-P-33

1-P-33 雪の各要因が与える音声了解度への影響 -音素特徴別分析-

Influence of Snow on Speech Intelligibility
-Phonetic Feature Analysis-

☆柴田崇斗, 近藤和弘(山形大院・理工学研)

- ◆積雪・降雪・雪質を定量的に定義して計測。
- ◆積雪は積雪高、降雪は1時間当たりの降雪量を計測、雪質は密度を測定することで定量的に定義。
- ◆積雪・降雪時に屋外でインパルス応答測定を実施、積雪・降雪時の伝達特性を取得。
- ◆取得した伝達特性を評価音声に畳み込み、積雪・降雪時を模擬した音声で音素を6特徴に分類した日本語版DRTを用いて評価試験を実施。
- ◆音素特徴毎に分類し、マイクとスピーカーの距離80m時の音声了解度と降雪量の関係を分析。
- ◆有声、鼻音、不規則性は音声了解度が大きく低下しては無く、継続、抑音、集中性は降雪量が大きくなるごとに了解度が低下。
- ◆特に抑音性は40m時から了解度が低下していたことから、雪の影響がより顕著

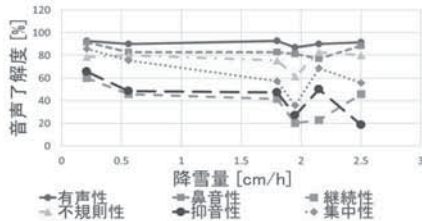


Fig.1:80m時の音声了解度と降雪量の属性別関係

1-P-35

1-P-35 高齢者と若年者における 食品効果音の印象の比較*

* Comparison of impressions of food sound effects between elderly and young people

☆於勢真紀子, 脇田由実(大阪工大)

- ◆食品の広告などの効果音は、モノや動作の表現を強調し人に訴えかけ感動させるという目的を持っているが、高齢者は若年者よりも効果音から感動を得にくいと考えられる。また、効果音の印象を扱う実験参加者に高齢者を含む研究は少ない。
- ◆そこで我々は食品効果音に注目し、「高齢者は若年に比べ同じ効果音でも感動を得にくい」という仮説が正しいことを確かめ、高齢者向けに効果音を調整することを目的に、高齢者と若年者との効果音に対する印象の違いについての実験と、高齢者が聴いている音についての音響分析とを行った。
 - 印象評価実験では、擬音語にするとどんな音が、またおいしそうかを調査したが、原音では高齢者は若年者に比べ、元の食品を連想させる慣例的な擬音語に収束せず、また効果音をおいしそうとする回答も少なかった。この結果は、高齢者は若年者に比べ効果音から元の食品を想像しにくく、おいしそうと感じにくい可能性を示唆している。
 - 音響分析では、原音よりも高齢者聴覚を模擬した加工音の方が、音のパワーとMFCC共に時間経過に伴う変化量が減少していたことから、パワーとMFCCの変化の大きさは、印象の大きさに関わっている可能性が考えられる結果となった。

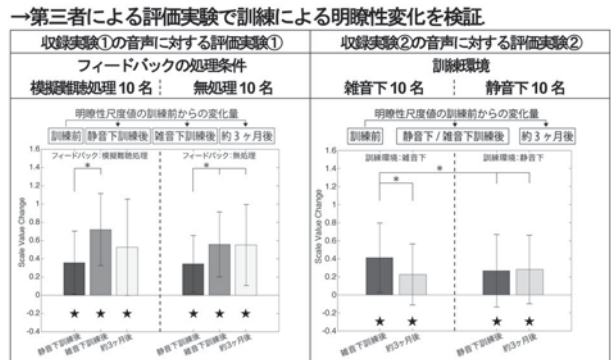
1-P-34

1-P-34 模擬難聴システム WHIS を用いた発声訓練が 明瞭性に与える効果とその持続性

The effect of speech training using a hearing impairment simulator on speech intelligibility and its continuity

☆東山宗一, 入野俊夫, △吉木華子(和歌山大)

- ◆発声訓練：発声 ▶ フィードバック聴取 ▶ 改善の繰り返し
- ◆収録実験①：フィードバックの模擬難聴処理の効果は？
訓練前→静音下訓練後→雑音下訓練後→約3ヶ月後の音声を収録
- ◆収録実験②：訓練環境の効果は？(フィードバックは模擬難聴処理)
訓練前→静音下/雑音下訓練後→約3ヶ月後の音声を収録



- ◆評価実験①の結果
明瞭性が有意に向上 (t検定 $p < 0.05$, ★)、3ヶ月後も効果が持続。
フィードバック条件の効果：模擬難聴処理 ≒ 無処理
- ◆評価実験②の結果
雑音下訓練の方が明瞭性変化が大きい(多重比較 $\alpha = 0.05$, *)
→フィードバック条件より訓練環境の方が明瞭性への効果が大きい。

1-P-36

1-P-36 クラウドソーシングによる 快不快評価における評価傾向の解析

An analysis of evaluation pattern in pleasant-unpleasant evaluation using crowdsourcing

☆吉永剛, 浅井拓也, 菊池英明(早大・人)

- ◆音声に対して人が感性評価を行った際、評価傾向は複数存在すると思えることが妥当である。
- ◆しかし、既存の研究では評価傾向を幾つに分類するのが妥当であるかについて考えられていない。
- ◆そこで本研究では、クラウドソーシングを利用して大規模に評価データを収集し、収集データから評価傾向の解析・検討を行った。
- ◆評価者 400 名を対象に評価実験を行い、スクリーニングを合格した 269 名に対して GMM による分類を行った。
- ◆各分類数における BIC 得点が最小となる分類数を n 回算出したところ、最優な分類数が 2 or 3 であった (Fig.1)。
- ◆この結果から、評価傾向は 1 個ではなく、2 個あるいは 3 個に分類することが妥当であると示唆された。

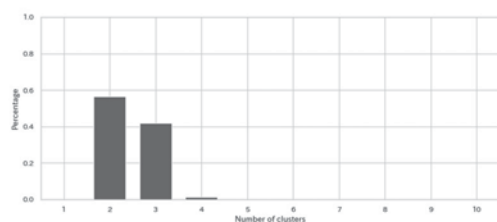


Fig.1: Weight of each cluster that minimizes BIC score in GMM (n = 500)

1-P-37

1-P-37 マイクフォンアレイを利用したサウンドマスキングシステムの実現
—話者の空間情報を用いた、話者音声とマスクアの到来方向一致の試み—

Realization of sound masking system using microphone array:
An attempt to match the speaker's voice and the direction of arrival of a masker using the speaker's spatial information

☆生田萌人(上智大院), 小幡将信(上智大院),
Hui C. T. Justine(オークランド大),
日岡裕輔(オークランド大), 荒井隆行(上智大)

◆本研究では、マイクフォンアレイを用いて話者の空間情報を利用したサウンドマスキングシステムを提案し、聴取実験によりその効果を検討した。マスキング効果と不快感の観点から評価を行った。

◆実験では、話者Aと話者Bの会話をマスキングすることを想定し、以下の3種類のマスクアを用意した。

1. Same: マイクフォンアレイを使わないもの
2. BF: マイクフォンアレイを使用して分離処理を行ったもの
3. WF: BF からさらに分離処理を行ったもの

◆結果

◇ マスキング効果については、話者Aについては、SameとBFに対してWFが有意差を得られたが、話者Bについては有意差が得られなかった。

◇ 不快感については、Same、BF、WFの順に不快感が増すような結果が得られたが、話者Aに注目すればWFの不快感は少なかった。

◆話者A、話者Bの両方に対し高いマスキング効果が期待でき、不快感も話者Aに対しては少ない点からWFは優れていると考察を行った。

1-P-39

1-P-39 rtMRI 高速度撮影動画を利用した
調音可動域における運動量変化の計測

Measurement of motion change in area of articulatory movement using height speed rtMRI movie

☆浅井拓也, 菊池英明(早大, 人), 前川喜久雄(国語研)

リアルタイムMRI(rtMRI)動画データベースを構築している。撮影速度の問題から変化の激しい運動の計測は困難であった。そのため試験的に、従来データに対し、約2倍の速度でrtMRI画像を撮影し、調音器官ごとに運動変化、運動の変化方向を観察した。

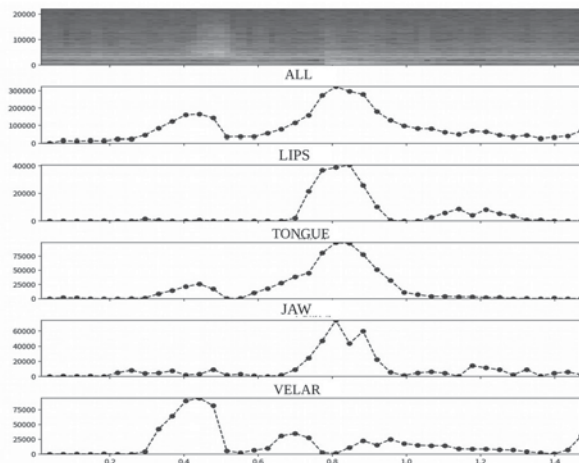


Fig.1: Relationship between motion change and speech spectrum (/siNkaN/: New book).

1-P-38

1-P-38 3Dプリンタによる声道モデルの音響特性の計測実験に対するFDTD法を用いた検証

Verification of acoustic characteristic measurement of physical models of the vocal tract made with a 3D printer by using the FDTD method
☆後藤康泰, 坂野秀樹, 旭健作(名城大)

◆3Dプリンタを用いて声道モデルを作成し、その音響特性を計測する

➢ 荒井が復元した千葉、梶山による日本語5母音の声道モデル

◆2種類のシミュレーション結果との比較を行う

➢ 1次元FDTD法によるシミュレーション

◇ 計測結果より高い周波数になる傾向がみられた

◇ 3kHz以上(第4フォルムント以降)で顕著になった

➢ 3次元FDTD法によるシミュレーション

◇ 計測結果と概形がよく一致した

◆以前に報告した測定結果とシミュレーション結果の差異は

1次元FDTD法の計算時に生じる誤差に起因すると考えられる

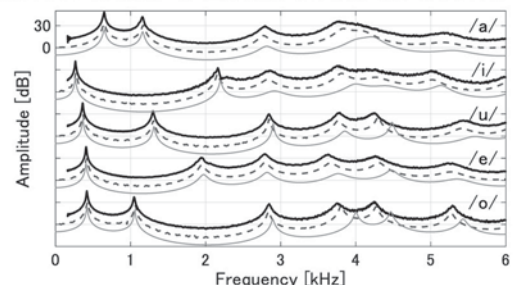


Fig.1 Acoustic characteristic of physical models (bold lines) and transfer functions computed by 1D FDTD method (thin lines) and 3D FDTD method (chain lines)

1-P-40

1-P-40 MRIおよびM5モデルを用いた
仮声帯発生の物理モデルの構築

Construction of ventricular fold physical model using MRI and M5 model

☆金谷麻由佳(立命館大), 松本拓磨(立命館大),
石村憲意(立命館大), 徳田功(立命館大)

◆声帯および仮声帯の振動を模擬する物理モデルを構築した。

◆声帯のレプリカモデルとしてMRI型モデル、仮声帯のレプリカモデルとしてM5型モデルを使用した。

◆声帯と仮声帯の距離を5mm間隔で5mmから20mmまで変化させ、各条件における振動の声門下圧、音声、高速度動画を計測した。

◆片側喉頭(Hemilarynx)を利用し、声帯と仮声帯の振動の位相差を可視化した。

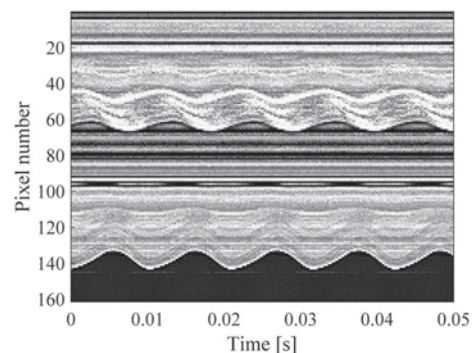


Fig.1 Kymograph of hemilarynx

1-P-41

MRIに基づく舌形状の計測とVRによる可視化の効果

Tongue shape measurement based on MRI and its effect of VR visualization

○高野佐代子(金沢工大)、平山亮(大阪工大)

- ◆舌は声道形状の変形において最も大きな変化をもたらす調音器官である。本研究ではMRIに基づき、舌の形状および下顎、唇の形状を作成した。母音発声時の矢状面方向の舌の断面積の推移について、従来よりも分解能が高いものを得ることができた。
- ◆さらにヴァーチャルリアリティ(Virtual Reality: VR)を用いて、舌形状および声道を可視化し、小人になり口腔内を歩きぬける(walk through)ことができるようなデモを作成した。
- ◆この教材を用いて、舌、唇、声道などの発話器官への興味および理解を調べたところ、すべての項目において向上が見られた。

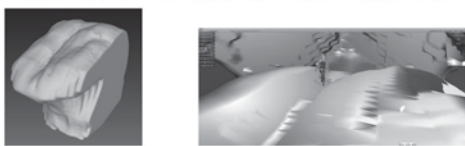


Figure 1 The 3D tongue shape (left) and the VR view. The subjects can see as if he is the size of the thumb in the tongue.

1-Q-2

1-Q-2 聴性定常反応を用いたギャップ検出閾値の他覚的測定法の検討

Investigation of objective measurement of gap detection threshold by auditory steady-state response

○森本隆司, △蝦名俊匡, 藤坂洋一, △野中隆司(リオン), △岡本秀彦(国際医療福祉大)

- ◆本研究は、ギャップ検出閾値の他覚的測定法の確立が目的である。そこで、40 Hzの繰り返し頻度で無音区間を挿入したピンクノイズに誘発される聴性定常反応を測定し、得られた結果からギャップ検出閾値の推定を試みた。また、無音区間の開始および終了のタイミングに蝸牛遅延を補償することで反応が大きくなるかも検討した。
- ◆聴性定常反応を測定した結果、挿入した無音区間長が長くなるにつれて、加算平均前の位相が揃い、加算平均後の反応の振幅が大きくなることわかった。また、蝸牛遅延を補償することで、この傾向がより顕著になることを確認した。
- ◆無音区間を挿入することによる反応が得られたことから、本方法で得られる結果からギャップ検出閾値を推定できる可能性が示唆された。

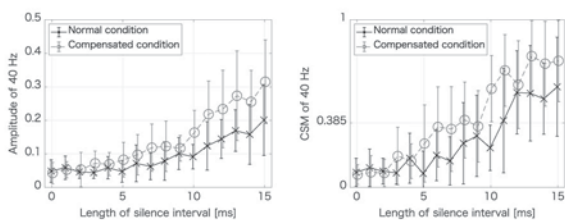


Fig.1: Amplitude and CSM (component synchrony measure) calculated from auditory steady-state responses. CSM represents degree of phase synchronization.

1-Q-1

1-Q-1 ガンマトーンフィルタバンクを用いたラウドネスモデルの構築

Modeling loudness calculation using gammatone auditory filterbank

☆磯山拓都, 水野滉介, 木谷俊介, 鶴木祐史(北陸先端大)

【問題意識】 Moore & Glasberg のラウドネスモデルは、周波数領域のモデルであるため、ラウドネスや変動強度といったラウドネスの時間変動に関する指標(音質評価指標)を求めることができない

【目的】 音質評価指標を構築するために、時間領域モデルとして、ERB 尺度に基づいたガンマトーンフィルタバンク(GTFB)を用いてラウドネスモデルを構築すること

【やったこと】 GTFBを用いて時間領域で計算するラウドネスモデルを構築した。ISO 523-2 と本モデルの音圧レベルならびにラウドネスレベルに対するラウドネスと比較した。

【結果】 Figure 1(a) に音圧レベルに対するラウドネスを、Figure 1(b) にラウドネスレベルに対するラウドネスを示す。本モデルは、ISO 523-2 と同様の計算結果を示すことがわかった。

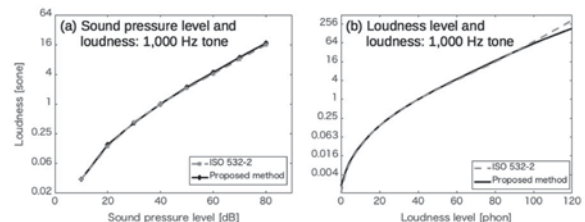


Fig.1: Relationship between loudness level in phons and calculated loudness in sones

1-Q-3

1-Q-3 ささやき声の寸法知覚におけるピッチ感を導入したモデル化

A computational model of speaker size perception considering phantom pitch in whispered speech sounds

○上村怜央, 入野俊夫(和歌山大), ロイ D. パターソン(ケンブリッジ大)

◆有声音(Vo)とささやき声(Wh)を音声刺激とした寸法弁別実験。VTLの異なる基準音と比較音を対(Vo-Vo, Vo-Wh, Wh-Wh, Wh-Vo)で聞かせ、どちらの音声が「小さい寸法」の話者に聞こえるか回答。

◆被験者実験の結果と計算モデルによるシミュレーション結果。Fig.1に、基準音が有声音(Vo)でVTLが大きい領域の結果を示す。Fig.1(a)の被験者実験において、Vo-Vo(点線)に対してVo-Wh(実線)の心理物理曲線の中心は右方向にシフトしている。この要因として、Whに対する「ピッチ感」が寸法知覚に影響すると考えた。Fig.1(c)のシミュレーション結果では、いずれの場合でも同様の形状をしており再現性は高いように見える。一方、Fig.1(b)のピッチ感を導入したモデルでは、実験結果と同様にVo-Wh(実線)のシフトがみられる。

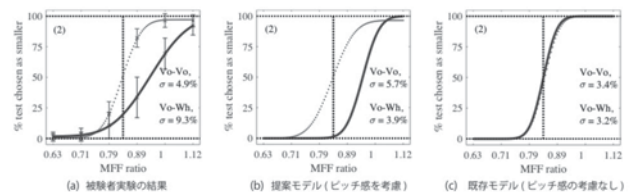


Fig.1. Psychometric functions of human listeners and model
σ: just noticeable differences(JND) in percent.
Dotted line: a pair of voiced speech. Solid line: combination of voiced and whispered speech.

1-Q-4

1-Q-4 出巢時に複数飛行する野生コウモリのエコーロケーション行動の分析 —音響と映像の同時計測による集団音響飛行動態の検討—

Analysis of echolocation behavior of wild bats during group flight at departure from roost cave -Study of acoustic and flight dynamics during group flight by sound and video recordings-

☆浅野 幸輝(同志社大院・生命医科学), 福代三華(同志社大院・生命医科学), 中江顕大(同志社大・生命医科), 藤岡慧明(同志社大・研究開発推進機構), 飛龍志津子(同志社大・生命医科)

- ◆多くの生き物は集団で行動することで効率的な採餌や採餌、外敵からの防衛を行っている。コウモリもまた集団で生活する生物であり、特に高密度な集団出巢時には音響行動の計測やその分析をした研究は少ない。
- ◆本研究では、音響と映像の同時計測を行い、複数で飛行するコウモリの個々の音声の特定を試み、エコーロケーション行動について検討を行った。
- ◆その結果、コウモリが複数飛行している際に普段見られない線形周期変調型の音声(以後、rare call)を発する個体を発見した。rare callと他個体が発する通常の線形周波数変調型音声との類似度を相互相関処理より調べたところ、rare callの自己相関波形と比べ最大値が低下しているのに対し、通常の音声との相互相関では低下が見られなかった。以上より、コウモリは出巢時のような高密度な集団飛行時には、線形周期変調型の音声によって他個体の音声との混信を回避している可能性がある。

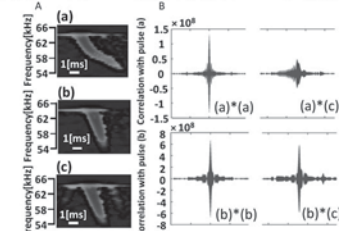


Fig. 1 (A) Spectrograms of each bats call (a) rare call, (b)-(c) are normal calls. (B) Cross-correlations between each signal (a)-(c).

1-Q-6

1-Q-6 マレット・打音位置がマリンバの音色に与える影響

Effects of mallet and stroke position on timbre of a marimba

○添田喜治, △神原文, △香川弘子(産総研)

- ◆マレットと打音位置を変えた時の、音の物理的変化と心理反応(快さ, 強さ, 鋭さ)を調査し、マリンバの音色に影響を及ぼす物理要素を明らかにすることを目的とした。
- ◆ゴムのマレットを用いた場合、時間波形の振幅の減少が早い傾向が見られた。打音位置が音板中央の場合、他の打音位置と比較して、4倍音の振幅が減少する傾向が見られた。
- ◆快さは毛糸巻きのマレットがやや高く、強さは毛糸巻きのマレットが強く、鋭さはゴムのマレットが高い結果となった。
- ◆強さに関しては両時間相関度、鋭さに関してはスペクトルエントロピーが、心理反応とやや強い相関があることが分かった。

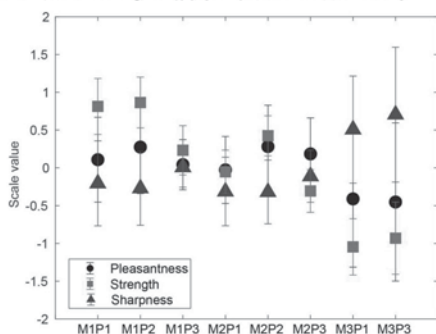


Fig.1: Mean scale values of pleasantness, strength, and sharpness. M indicates mallet and P indicates stroke position.

1-Q-5

1-Q-5 雑音駆動合成における調波複合音のピッチ知覚の検討

Study on pitch perception of complex tones in noise-vocoded synthesis

☆寶坂友希菜, 木谷俊介, 鶴木祐史(北陸先端大)

- ◆背景: 人工内耳ではピッチ知覚に重要な時間微細構造が伝送されず、音の振幅包絡線情報のみが伝送される→ピッチ知覚が困難である
- ◆目的: 次の2点を検討すること。①振幅包絡線情報のみを保持した雑音駆動合成音(NVS)のピッチ知覚が可能かどうか、②そのピッチ知覚がスペクトル傾斜に影響を受けるかどうか
- ◆手法: サーストンの一対比較法によるピッチ弁別実験
①調波複合音とそのNVSを用いたピッチ弁別
②三つの異なるスペクトル傾斜(右下り・平坦・右上り)をもつ調波複合音とそのNVSを用いたピッチ弁別
- ◆結果: ①原音とNVSのピッチ知覚が同程度に可能であった
②ピッチ弁別の正答率およびサーストンの一対比較法による音階の配置がスペクトル傾斜によって異なった
- ◆結論: NVSのピッチ知覚は可能であるが傾斜の影響を受けた。

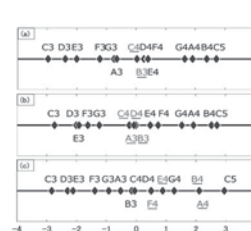


Fig.1 Musical scale from Thurstone's paired comparison (original sounds): (a) growing down, (b) flat, and (c) growing up.

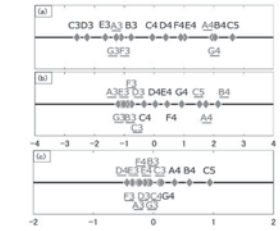


Fig.2 Musical scale from Thurstone's paired comparison (NVS). Figure format is the same as in Fig.1.

1-Q-7

軋み音の特徴抽出と認識

Feature Extraction and Recognition of Creaking Sound

○金澤坤, △佐々木健(東大)

- ◆Creaking sound is a continuous environmental sound, which usually caused by furniture or machine. Recognition of the sound may have application such as detection of machine failure.
- ◆Creaking sound may consist of harmonic structures. And the fundamental frequencies might always change with time.
- ◆The timbre of creaking sound is not stable.
- ◆There may be features in the changing frequencies and powers of harmonic components.

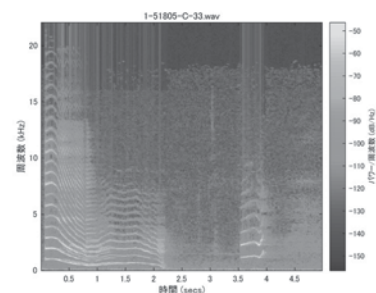


Fig. 1 spectrogram of creaking sound

1-Q-8

1-Q-8 両側に遠位呈示された骨導超音波による 頭内定位 - 時間差および強度差の影響 - Effects of interlateral time- and intensity-differences of distantly-presented bone-conducted ultrasounds on lateralization.

☆石川大夢, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆骨導呈示された 20 kHz 以上の高周波(骨導超音波)であれば、頭部から離れた部位(遠位)に呈示された場合も知覚される。この現象を利用した新型デバイスの開発が図られているが、遠位呈示骨導超音波による頭内定位の可否を検証した例はない。
- ◆前報では、両側の乳様突起、胸鎖乳突筋、鎖骨の胸骨端、上腕二頭筋に呈示された骨導超音波に時間差を与えた際の頭内定位の可否を検討し、半数程度の被験者で左右弁別が可能であることを示した。
- ◆本報では同様の部位に両側呈示した骨導超音波に強度差を与えた際の左右弁別の可否を検討し、時間差との比較を行った。
- ◆全ての被験者および呈示部位において、強度差による左右弁別が可能であった。一方、呈示部位が頭部から遠ざかるに従って弁別閾は上昇した。
- ◆強度差を与えた場合は全被験者において左右弁別が可能であり、時間差に比べて被験者間のばらつきも減少した。骨導超音波の頭内定位においては、時間差より強度差が有効な手がかりになることがわかる。



Fig.1 Placement of the vibrator to the mastoid and biceps

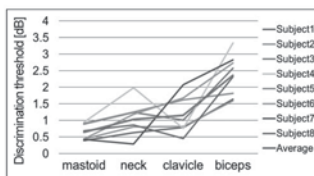


Fig.2 Discrimination threshold

1-Q-10

1-Q-10 チャープ信号に誘発される 聴性脳幹反応の第I波に関する検討 Wave-I amplitude of auditory brainstem response evoked by rising frequency chirp stimuli.

○湯野悠希, 森本隆司, 蝦名俊匡(リオン),

△岡本康秀(済生会中央病院/慶応義塾大学), 藤坂洋一(リオン)

- ◆近年、雑音下の聞き取り能力が極端に低くなる hidden hearing loss が注目されている。しかし、hidden hearing loss は臨床現場で一般的に行われる聴覚検査では正常な反応を示すため診断が難しい。
- ◆本研究では、hidden hearing loss において聴性脳幹反応(ABR)の第I波の反応が小さくなる点に着目した。ただし、ABRの第I波は元々の反応が小さいため、臨床応用の難しさが課題となっている。
- ◆そこで、ABRの第I波を反応を大きくするような刺激音を検討するため、三種類の音圧条件(40 dBnHL, 50 dBnHL, 60 dBnHL)について、蝸牛遅延を考慮したチャープ音を用いて ABR 測定を行った。
- ◆実験の結果、提示音圧が 40 dBnHL, 60 dBnHL の場合に、一般的に用いられるクリック音よりもチャープ音の方が ABR の第I波の反応を大きくできる可能性が示唆された。

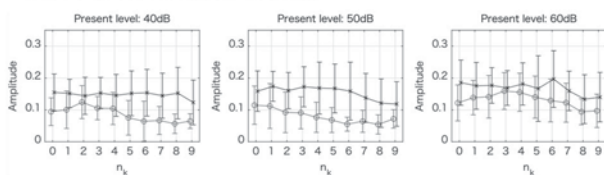


Fig.1: Mean amplitudes of wave-I and wave-V as a function of n_k . The error bar represents the standard deviation across listeners. (○: wave-I, ×: wave-V)

1-Q-9

1-Q-9 音の瞬時的前後知覚における 不一致視覚情報の影響 Effect of mismatched visual stimulation on instantaneous fore-aft perception of sound

○矢島春香, 越智景子, 大淵康成(東京工科大)

- ◆サラウンド音響の前後方向を瞬時に判断する場合において、視覚情報がどう影響しているかを調査する。
- ◆視覚情報と一緒に扱われるサラウンドコンテンツが多いことから、映像と一緒に提示し、動画を見ながら音が前と後のどちらで鳴っているか判断してもらう実験を実施した。実験時の器材配置はFig.1の通りである。
- ◆実験では、映像が先に見えていて途中から音が鳴り出す動画と、音と同じタイミングで映像も映し出される動画を使用した。
- ◆音と映像の前後方向による、誤答率を Table.1 に示す。音と映像が同時に始まる実験で、音が前で鳴っている時の誤答率が特に増えた。瞬時に音源方向を判断する場合には、音と映像を提示するタイミングを同時にすると聴覚的定位能力が下がることがわかった。映像の方向にだまされて音の前後方向を知覚することがあることを確認できた。

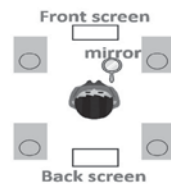


Fig.1: 実験時の器材配置

Table.1: 各条件時の誤答率(%)

(上段:映像が先) (下段:同時)		音と映像の前後関係	
		一致	不一致
音	前	4.3	9.8
	後	8.7	13.2
	後	4.4	8.4
	前	1.2	10.4

1-Q-11

1-Q-11 骨伝導スマートホンの出力校正法の構築を 目指した知覚閾および頭部内伝搬過程の計測 Estimation of hearing threshold and propagation process in the head for the development of an output calibration method for a bone-conduction smartphone

☆菅原優聖, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆骨伝導の装用にかかる問題点を解決する方法として「軟骨伝導」が提案され、外耳道閉鎖症用の補聴器やスマートホンに活用されている。
- ◆軟骨伝導は気導成分と外耳道内放射成分が支配的とされているが、軟骨伝導デバイスの使用時には軟骨のみならず頭骨部にも振動面の一部が接触することが多い。そのような接触部位の変化が伝搬成分や知覚に及ぼす影響は未解明である。
- ◆骨伝導スマートホンの出力校正法の提案を目指して、軟骨伝導の呈示部位ごとの聴覚閾および頭部内伝搬(外耳道内音圧、気導成分音圧、頭部に生じる加速度)を計測した。
- ◆耳介、耳前部では、乳様突起と比較して低周波域における聴覚閾が低下し(Fig. 1)、外耳道内音圧が上昇した(Fig. 2)。外耳道内放射成分が増大した影響によるものと考えられる。
- ◆耳前部では耳介に比べて高周波域の聴覚閾が低下し(Fig. 1)、頭部加速度が上昇した(Fig. 3)。気導成分と外耳道内放射成分以外にも、慣性骨導成分と圧縮骨導成分が有意に寄与している可能性が示唆される。
- ◆これらの結果は、軟骨伝導においてもわずかな呈示部位の変化によって、伝搬成分や聞こえが有意に変化することを示している。

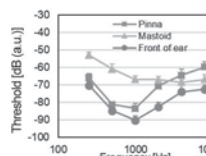


Fig.1 Threshold for each placement without earplug

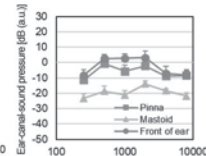


Fig.2 Ear-canal-sound pressure for each placement

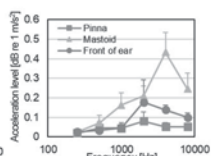


Fig.3 Head acceleration for each placement

1-Q-12

1-Q-12 遠位呈示AM骨導超音波の周波数弁別閾および単音節明瞭度・単語理解度

Measurements of difference limens for frequency, word intelligibility, and monosyllable articulation by distantly-presented bone-conducted ultrasound

☆土井公一朗, 荻野利基, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆骨導超音波(骨導呈示された20 kHz以上の高周波)は明瞭な音として知覚可能であり, 振幅変調することで音声等の伝達も可能である。
- ◆骨導超音波は首や体幹, 上肢等の頭部から離れた部位(遠位)に呈示した場合でも知覚される。振幅変調された骨導超音波を遠位呈示した場合, 伝搬過程で自己復調が生じていると思われるが, 復調音は骨導超音波の音質改善に寄与する可能性がある。
- ◆復調成分が知覚に及ぼす影響を検討するため, 復調成分をマスクングするローパスノイズの有無による周波数弁別閾の変化を観察した。また, 音声伝達性能を評価するため, 単音節明瞭度, 単語理解度を測定した。
- ◆遠位の部位であっても乳様突起と遜色ない実用的な周波数弁別能が得られることがわかった(Fig. 1)。また, 復調成分が聞こえに有意に作用していることが示唆された。
- ◆胸部より頭部側に限れば, ある程度の音声の同定が可能であった。また, 聴覚受容器に最も近い乳様突起よりも高い正答率を示す部位があったことから(Fig. 2), 復調成分の発生量, 伝搬経路の形状等の複数の要因が音声の聞こえに影響することが示唆された。

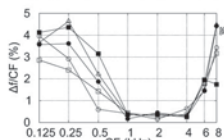


Fig.1 DLF at each body part under the no-masking condition.

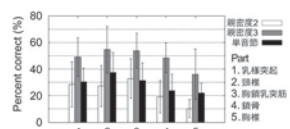


Fig.2 Average scores of the word-intelligibility and monosyllable-articulation tests at each body parts.

1-Q-14

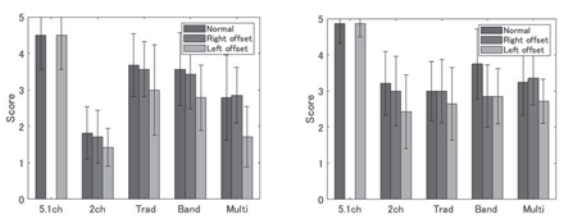
1-Q-14 トランスオーラルによるスイートスポットの拡張に関する基礎検討

Fundamental study on extension of sweet spot for surround feeling by transaural system

○安倍幸治¹, 長屋省吾¹, 西口正之¹, 市川勉², 中屋秀雄², 苜載憲²,

三代川智慎¹, 渡邊貫治¹, 高根昭一¹(¹千秋田県立大, ²LG Japan Lab 株式会社)

- ◆本研究では, 複数人でのテレビ受聴を対象として, 所望の効果が得られる領域を拡張することを最終目的とする。
- ◆本稿では, その基礎検討として, 3種類のトランスオーラル系を構築し, サラウンド感に着目して主観評価実験を行った。
- ◆5.1 ch サラウンド音源を基準として, 2 ch ダウンミックス音源, 制御点が1点の基本的なトランスオーラル系 (Trad), 50 Hz~15 kHz で帯域制限を加えたトランスオーラル系 (Band), 同帯域制限を行い, 制御点を3地点に拡張したトランスオーラル系 (Multi) で合成した音源を, 制御点及び, そこから右に50 cm ずれた位置で受聴させた。
- ◆結果の一例を Fig. 1 に示す。実験結果は, 制御点からずれて位置でもある程度のサラウンド感があることを示している。



(a) Movie sound (b) Surround Demo sound (Car)
Fig.1: Results of Experiment

1-Q-13

1-Q-13 耳介のサイズ・形状が軟骨伝導知覚の検出閾特性に及ぼす影響

Effects of auricle size and shape on hearing threshold characteristics of cartilage-conduction perception

☆ヤップ ゲック シエン, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆骨伝導における振動子の装着感の改善策として耳介軟骨の振動を利用する“軟骨伝導”(Fig.1)が提案され, 外耳道閉鎖症のための補聴器やスマートホンに活用されている。しかしながら, その知覚特性と耳介形態との関係を調べた報告は皆無である。
- ◆耳介のサイズおよび形状が軟骨伝導知覚に及ぼす影響の調査を目的として, 成人の耳介サイズ・形状, および軟骨伝導知覚の検出閾特性を計測した。
- ◆0.125 ~ 8 kHz の 7 つのトーンバーストに対して, 3 肢強制選択・2 up-1 down 変形上下法を用いて検出閾を測定した。また, Fig.2 に示した 8 つの耳介形態パラメータを算出し, 検出閾との相関を調べた。
- ◆その結果, 耳長, 耳幅, 耳介面積および耳介軟骨長の増大に伴う, 検出閾の有意な上昇が認められた。一方, その他の耳介形態パラメータによる有意な影響は観察されなかった。
- ◆耳介のサイズが大きい場合, それに伴って耳介全体の重量が大きくなるため, 耳介を振動させるのにはより大きなエネルギーが必要と考えられた。

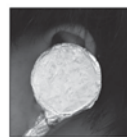
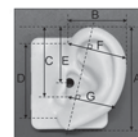


Fig. 1 Presentation of cartilage-conduction



・耳長:A
・耳幅:B
・耳介面積:A x B
・耳介軟骨長:C
・耳指数:B / A x 100%
・付着度合い:D / A x 100%
・外耳道までの距離:E / A x 100%
・耳幅指数:G / F x 100%

Fig.2 Measurements of auricle dimensions

1-Q-15

1-Q-15 両耳間差を持つパルス列の遅延加算によるオクターブ・シフトに対する単耳情報と両耳情報の影響

The effect of monaural and binaural information on octave shift by dichotically delayed pulse train summation.

☆渡邊菜, 津崎実(京都市芸術大学)

- ◆同一の周期を持つふたつのパルス列が周期の 1/2 に相当する時間的なずれを持って加算されると原周期よりも 1 オクターブ高く知覚される(オクターブ・シフト)。
- ◆このようなふたつのパルス列に対し, それぞれが異なる位置に定位されるような両耳間レベル差 (interaural level difference: ILD) あるいは両耳間時間差(interaural time difference)を与えて加算表示すると, 原周期のピッチよりも 1 オクターブ高くなったと判断されにくくなる。
- ◆このときの音響信号を左右独立に片耳呈示した場合と, 左右耳ともに両耳呈示した場合とでオクターブ・シフトの生じ方に差が生じるかどうかを検証した。
- ◆実験参加者の課題は参照刺激である原周期のパルス列と, ふたつのパルス列を加算呈示した刺激音のピッチを聞き比べ, 1 オクターブ変化したかどうかを 5 段階評価するというものであった。
- ◆結果, 片耳に与えられる音響信号のみを呈示した場合と両耳呈示した場合とはオクターブ・シフトの評定値にほとんど差が生じなかった。このことから両耳間差を与えることによるオクターブ・シフト判断の低下の要因となったのは両耳間差を与える左右耳に到達する音響信号の違いというよりも, ふたつの音源に両耳間差を与えたことによって単耳に到達する音響信号がちょうど半周期のパルス列から逸脱したことであったと考えられる。

1-Q-16

1-Q- 遠位呈示骨導音の周波数に依存した知覚特性の変化

Variation of perceptual properties of distantly-presented bone-conducted sound depending on frequency

○荻野利基, 土井公一朗, 大塚 翔, 中川誠司 (千葉大)

- ◆骨伝導で呈示した周波数20kHz以上の高周波音(骨導超音波)は、明瞭に知覚される。
- ◆通常、骨導音は側頭骨の乳様突起に呈示されるが、頭部や上肢、体幹などの“遠位”に呈示した場合も知覚可能であり、振動子装用性の改善や新型デバイスへの応用が示唆されている。しかし、その知覚・伝搬特性の詳細は不明である。
- ◆周波数に依存した知覚特性の変化を検討するため、20kHz以下の可聴周波数域の骨導音(骨導可聴音)と30kHz骨導超音波を、頭部、頭部、および体幹に呈示し、その検出閾および外耳道内振動を計測した。
- ◆周波数に依らず、呈示部位が頭部から離れるにつれて外耳道内振動は減衰し、検出閾が上昇する傾向が見られた。一方、骨導超音波では骨導可聴音に比べて外耳道内振動の減衰は小さく、検出閾の上昇も小さかった。骨導超音波では体内伝搬における距離減衰が小さいと考えられる。
- ◆骨導超音波には振動覚および“知覚される音漏れ”が生じないという特長もあることから、遠位呈示方式において骨導超音波は骨導可聴音を凌ぐメリットを有することが示唆される。

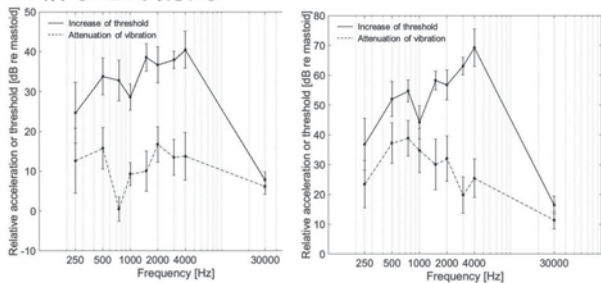


Fig. 1 Relative acceleration of the ear canal or threshold on the neck Fig. 2 Relative acceleration of the ear canal or threshold on the back bone

1-Q-18

1-Q-18 2純音複合音に対する単純反応時間のばらつきと周波数距離

Variance of reaction time for two-tone complex as a function of frequency separation

◎岡崎聡, 津崎実(京都市立芸大)

- ◆音のオンセットは、蝸牛神経核のオンセット型細胞によって神経的にコーディングされる。このオンセット型細胞に2音が入力されたとき、2音の周波数距離が小さいほど神経発火が促進されることが知られている。
- ◆本研究は、この現象が知覚に現れるか検討するため、2純音複合音に対する単純反応時間のばらつきを測定し、2音の周波数距離が小さいほどばらつきが減少するか調べた。
- ◆実験の結果、単純反応時間のばらつきは、周波数距離の減少とともに減少しなかった。
- ◆この結果から、知覚の上では、オンセットの検出精度が、周波数距離の減少とともに高まることはないことが示唆された。

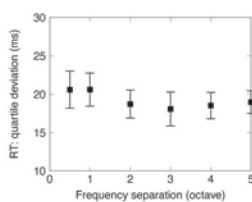


Fig. 1 Quartile deviation of the reaction time as a function of frequency separation.

1-Q-17

1-Q-17 音響樽とHMDによる仮想自然体験が及ぼす心理・生理的効果の検証

Study on the psychological and physiological effects of a virtual nature experience given by the sound cask and Head Mounted Display

☆岡崎友哉, 上野佳奈子, 稲垣悠汰, 嶋田総太郎(明治大)

- ◆本報では、音響樽による自然音とHMDによる仮想自然体験が及ぼす影響に着目し、リラックス効果・ストレス解消効果を検証することを目的として心理・生理的手法による実験を行った。
- ◆音源呈示を2chと96chの2条件、映像呈示有・無の2条件の組み合わせによる計4条件とし、それぞれストレス負荷後に刺激を呈示した。
- ◆心理評価として、アンケート評価とインタビュー調査、生理指標として、脳波と皮膚電気反応について計測を行った。
- ◆アンケート結果の分散分析の結果から、刺激呈示前後に4つの評価項目で有意差(p<0.01)が確認された。
- ◆脳波計測の結果では、96ch映像有条件下でα波パワー値増加率が最も高くなった。皮膚コンダクタンスレベルの分析結果では、2ch映像有条件下と96ch映像無条件下で値の低下がみられた。

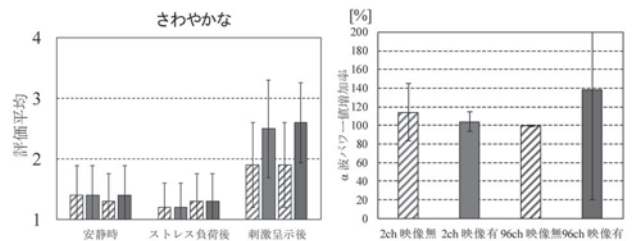


Fig. 1: Questionnaire evaluation result Fig. 2: Alpha wave power level increasing rate

1-Q-19

1-Q-19 競合音存在下での聴取能力とワーキングメモリ容量、時間情報処理能力、周波数分解能との相関

Interindividual variation of speech reception in the presence of multiple competing talkers: Its relation with working memory, temporal processing, and frequency selectivity

☆廣瀬賢明, 高尾まりあ(千葉大・工), 大塚翔(千葉大, NTTCS 研), 中川誠司(千葉大)

- ◆隠れた難聴と呼ばれる、聴力検査では正常であると診断されるにも関わらず、競合音存在下では聴取が困難となる症例が報告されている。
- ◆本研究では、ワーキングメモリ容量、時間情報処理能力、周波数分解能を評価し、競合音存在下での音声聴取能力の個人差に対する寄与の大きさを比較した。
- ◆競合音存在下での聴取能力にはCoordinate Response Measureを用い、ワーキングメモリ容量はリスニングスパンテストを用いて評価した。時間情報処理能力は、振幅変調および周波数変調の検出閾と両耳間時間差の弁別閾を測定して評価した。周波数分解能は、聴覚フィルタの幅を推定することで評価した。
- ◆競合音存在下での聴取能力とワーキングメモリ容量、および、時間情報処理能力との間に有意な傾向の相関が見られた(Fig. 1)。

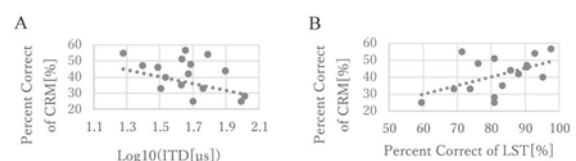


Fig. 1. A: Relationship between percent correct of coordinate response measure (CRM) and detect limen of interaural time difference (ITD). B: Relationship between percent correct of CRM and that of listening span test (LST).

1-Q-20

1-Q-20 耳小骨再建モデルの伝音特性に関する検討

Study on the mechanism of sound conduction of the reconstructive model of human auditory ossicles

☆伊藤瑠哉, 朝倉巧(東京理科大), △倉科裕太(東工大),
△栗原渉, △平林源希(東京慈恵医大)

- ◆ 鼓室形成術後聴力成績が芳しくない為、耳小骨再建モデルを介した伝音特性の知見を得ることを目的とし、有限要素法を用いた再建モデルの周波数応答解析を行う。
- ◆ 本検討では耳小骨再建モデルの周波数応答を解析する為に、基礎的な検討として正常なヒト中耳のモデルを製作し、その周波数応答を実験により得ることを試みた。
- ◆ 本検討では実際のヒト中耳の5倍のモデルを製作した。スイープ信号によって音響加振し、鼓膜の振動及びアブミ骨底板の振動をレーザードップラ振動計を用いて測定した。モデルは耳小骨を付着させていない鼓膜のみのモデルと、正常なヒト中耳に類似したモデルの2種類で実験を行った。

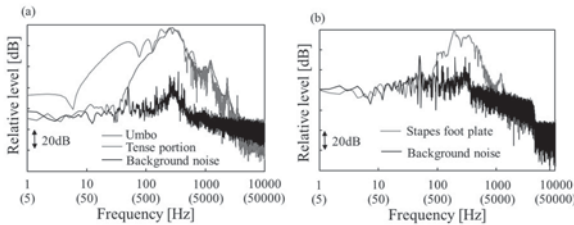


Fig.1: Relative levels of displacement of models of (a) tympanic membrane and (b) stapes foot plate

1-Q-22

1-Q-22 Convolutional Neural Networks を用いた音声想起時の脳磁界データにおける識別的特徴量の検討

Discriminative features in brain magnetic fields during auditory speech sound imagery using convolutional neural networks

☆矢野彩緒, 高島遼一, 滝口哲也, 有木康雄(神戸大),
添田喜治(産総研), 中川誠司(千葉大/産総研)

ユーザの意思を汎用的に他者に伝達するブレイン・コンピュータ・インターフェイスの実現に向けた脳磁界データによる想起音声の識別において、膨大な次元数の特徴量から識別的特徴を捉えることは極めて重要である。

本稿では、脳磁界データ 36 チャンネルのウェーブレット特徴量に対して Squeeze-and-Excitation Networks を組み込むことで、チャンネルに対し適応的に重み付けを行う Convolutional Neural Networks による識別を行なった。

Table 1 Classification accuracy [%].

N=1	Sub.1	Sub. 2	Sub. 3	Sub. 4	Sub. 5	Sub. 6	Sub. 7	Sub. 8	Ave.
CNN + SENets	41.5	44.1	36.8	33.3	40.9	40.0	33.9	32.4	37.9
CNN	44.3	35.6	34.7	33.3	43.9	33.9	38.7	36.8	37.7
SVM	43.0	35.6	33.6	39.6	30.3	33.8	36.5	39.7	36.5
N=10	Sub.1	Sub. 2	Sub. 3	Sub. 4	Sub. 5	Sub. 6	Sub. 7	Sub. 8	Ave.
CNN + SENets	70.9	52.5	40	63.5	68.2	58.5	66.1	54.4	59.3
CNN	54.4	54.2	45.3	39.7	71.2	41.5	59.7	57.4	52.9
SVM	37.8	49.1	31.6	47.6	57.4	66.2	61.0	54.4	50.6

1-Q-21

1-Q-21 耳栓装着時の骨伝導音知覚に及ぼす刺激呈示部位および周囲騒音レベルの効果

Effect of the vibrator placement and background noise level on perception and propagation of bone-conducted sound during earplugging

☆信夫 大志, 大塚 翔, 中川 誠司(千葉大)

- ◆ 機械工場等の強大騒音下では作業者は耳栓を装着することが多いが、円滑なコミュニケーションが損なわれてしまう。
- ◆ 一方、骨伝導音は耳栓装着下でも明瞭に聴取される。労働者が装着するヘルメット等に骨伝導スピーカを内蔵させることで、強大騒音下でも利用可能な音声コミュニケーション・デバイスが実現できる。
- ◆ 強大騒音下、耳栓を装着した状態で、頭皮を含む頭部の様々な部位から呈示された骨伝導音の知覚特性を調べた。
- ◆ 静寂下(前報)と異なり、500 Hz では乳様突起の知覚閾が顎状突起を下回った。また、125, 8000 Hz においては、曝露騒音レベルの変化に比べて、知覚閾の変動が小さくなっていった。
- ◆ 曝露騒音のマスクング量は外耳道内に侵入した騒音成分と、伝搬経路が異なる各骨伝導成分のそれぞれの周波数特性の差異が影響する。これらの周波数の骨伝導音においては、耳栓を透過して外耳道内に侵入した騒音の影響をより大きく受ける外耳道内放射成分よりも慣性骨導成分、圧縮骨導成分の寄与が増大している可能性が考えられる。

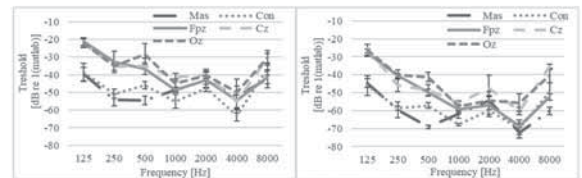


Fig.1 Threshold for each stimulus under noisy condition (L_{Aeq}=85 dB)

Fig.2 Threshold for each stimulus under noisy condition (L_{Aeq}=70 dB)

1-Q-23

1-Q-23 複数話者存在下の聴取能力と言語性・非言語性ワーキングメモリとの関係

Relationships of Verbal and Nonverbal Working Memory Capacity with Speech Reception in the Presence of Competing Sounds

○高尾まりあ(千葉大), 大塚翔(千葉大, NTT CS 研), 中川誠司(千葉大), 廣瀬賢明(千葉大)

- ◆ ターゲット音と妨害音が異なる方向から到来する場合、音の空間的な位置の違いが聴取の大きな手がかりになるため、空間位置に関するワーキングメモリが重要になると推察される。
- ◆ 競合音声が同一、非同方向から提示される場合で、音声の聴取成績を評価し、言語性および視空間性ワーキングメモリの容量との関係を調べた。
- ◆ Listening span test(LST)と Reading span test(RST) を用いて言語性ワーキングメモリの容量を評価し、Corsi block tapping task(CBT)と Visual patterns test(VPT)を用いて視空間性ワーキングメモリの容量を評価した。また、Coordinate response measure(CRM)を用いて競合音存在下の聴取能力を評価した。
- ◆ 競合音声が同一の方向から到来する場合には、言語性ワーキングメモリ(LST, RST)の方が、寄与が大きいものに対して、非同方向から到来する場合は、視空間性ワーキングメモリ(CBT, VPT)の方が、寄与が大きいことがわかった。

Table 1: Correlation coefficient of speech reception performance in the presence of competing sounds with verbal and visual spatial working memory capacity (* p<0.05, †p<0.1)

	Verbal		Visual-spatial	
	LST	RST	CBT	VPT
CRM	*0.63	*0.73	0.46	0.51
CRM with ITD	0.25	0.37	†0.57	†0.58

1-Q-24

1-Q-24 先行音列の規則性がオリーブ蝸牛束反射に与える影響: 耳音響放射と脳波の同時計測によるアプローチ

Effect of rhythm-based prediction on medial olivocochlear reflex: An investigation with simultaneous recording of otoacoustic emissions and electroencephalogram

○石坂勇毅、大塚翔、中川誠司(千葉大)

- ◆脳幹から外有毛細胞へは、オリーブ蝸牛束と呼ばれる遠心性の神経投射が存在し、音響刺激に反応して、外有毛細胞の増幅を抑制し、雑音下での聞き取りの改善する役割や内耳を強音から保護する機能を果たしていると考えられている。この反応はオリーブ蝸牛束反射 (MOCR) と呼ばれている。
- ◆先行する音列の規則性からターゲットとなる音を予測することで MOCR が変化することが報告されているが、そのメカニズムはまだまだ不明な点が多い。
- ◆本研究では、規則性に乱れがある場合に、MOCR がどのように振る舞うのかを調べるために、音同士の時間間隔に揺らぎを加え、その揺らぎの量と MOCR との関係性を調べた。
- ◆音列の規則性に生じる揺らぎが大きくなるほど、MOCR が小さくなった (Fig. 1)。すなわち、音列の揺らぎは MOCR に影響を与えるということを示唆している。
- ◆さらに、皮膚からのトップダウンの影響を調べるために脳波計測も同時に行ったが、皮膚の反応 (N1-P2 成分) と MOCR との間に関連は見出されなかった。

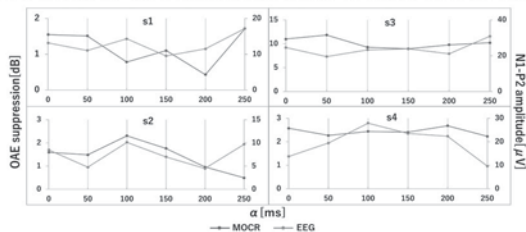


Fig. 1 OAE suppression and N1-P2 amplitude as a function of the amount of timing jitter (α)

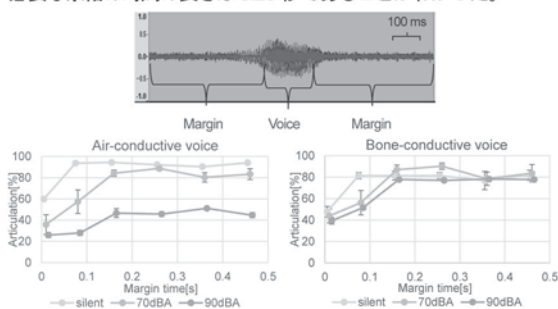
1-Q-26

1-Q-26 単音節明瞭度試験時の音声の切り出し条件の検討

Study of cutting out conditions in monosyllable intelligibility test

☆松本飛竜、穴見渉、青木茂明、島内末廣(金沢工大)

- ◆気導マイクロホンと骨導マイクロホンを組み合わせた耐騒音性デュアルマイクロホンを用いて録音した音声を単音節ごとに切り出して単音節明瞭度試験を行う際の最適な聴取条件について検討した。
- ◆録音した音声の前後に数百ミリ秒の余裕を持たせることでどの程度子音が聞き取りやすくなるか検討した。余裕の時間の長さは 0 秒、0.07 秒、0.15 秒、0.25 秒、0.35 秒、0.45 秒の 6 種類とした。
- ◆録音時は騒音として 70 dBA と 90 dBA のホワイトノイズを再生した。聴取時は骨導音のみ・気導音のみのほかに低帯域を骨導音、高帯域を気導音とした遮断周波数 2 kHz の合成音を使用した。
- ◆試験結果より、子音を聞き取るために必要な時間が騒音の有無により変化することがわかった。騒音下において結果が安定するために必要な余裕の時間の長さは 0.25 秒であることがわかった。



1-Q-25

1-Q-25 耳介モデルを使った軟骨伝導応用機器の出力評価

Output assessment of cartilage conduction devices using pinna models

○下倉良太(大阪大), 細井裕司, 西村忠己(奈良医大)

- ◆【背景】従来の気導や骨導とは異なり、軟骨伝導は、外耳道軟骨を振動させ外耳道内に音を直接生成する特殊な伝達メカニズムを有している。よって既存評価手法の適応外となるため、独自のシミュレーターや評価手法の開発を進めてきた。
- ◆【過去の研究】これまでの研究では、1) 気導デバイスのシミュレーターである Head and Torso Simulator (HATS) では 1 kHz 以下の帯域で軟骨伝導出力を再現できないこと、2) 耳介モデルの硬度によって外耳道内音圧レベルが変化すること、を確認した。
- ◆【目的】そこで本研究は、硬度の異なる耳介モデルと、HATS 耳介モデルを用いて軟骨伝導デバイスによる振動の伝搬特性を計測した。
- ◆【結果】その結果、耳軟骨の硬さに相当する硬度 10 の耳介モデルで実耳と同じ振動特性を持つことを確認し、硬度を揃えることの重要性を再確認した。

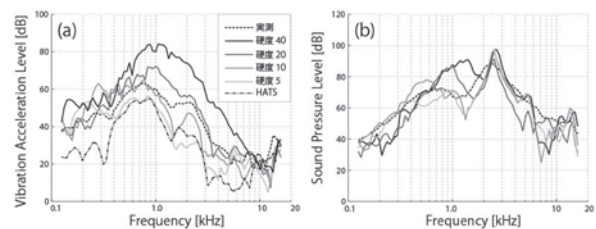


Fig. 1. (a) Vibration acceleration level and (b) sound pressure level for pinna models and human pinna

1-Q-27

1-Q-27 伝達特性に基づく距離と反射特性計測に関する一検討

An investigation on the distance and reflection characteristics measurement method based transfer characteristics

☆山下涼介、大里一矢(日本文理大学), 坂口智弘、上原正志(千葉工大), 福島学(日本文理大学), △森竹隆広(シェルエレクトロニクス(株)), 風間道子(log a), 柳川博文(arsl)

- ◆光学的に計測不可能な反射現象をとらえる
- ◆音響測距法の距離推定範囲を拡張する
「伝達特性 = 時間構造・エネルギー拡散による減衰」と考えるとエネルギー拡散による減衰は距離推定で不要な要素である。
- ◆時間構造を抽出する
指数減衰を逆数補正するとノイズが拡大される...
DLR 法でノイズレベル推定し推定インパルス応答の振幅をノイズレスな範囲で打ち切り処理を行う。(Fig.1)
- ◆15メートル範囲で、同質の反射物の距離振幅スペクトルが等しいことから推定範囲拡張が行えたと判断する。(Fig.2)

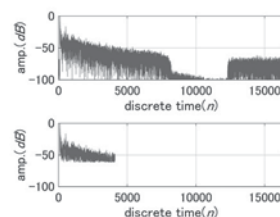


Fig.1 Estimated impulse-response and estimated noise level (Upper)

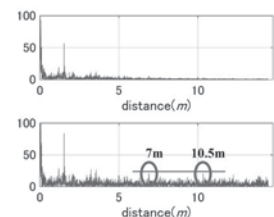


Fig.2 The effect of proposed method (Upper: ordinary distance spectrum and amplitude limited signal Lower: result of proposed method)

1-Q-28

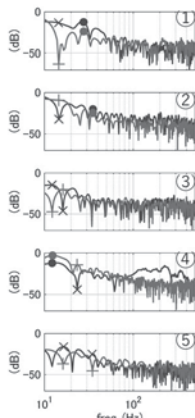
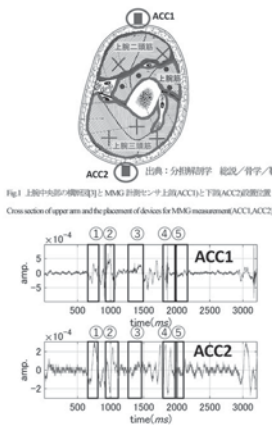
1-Q-28 上腕部を対象とする筋音計測に基づく
内部筋活動計測に関する一検討

An investigation on the clamped brachium MMG measurement for internal muscle activity monitoring

☆大里一矢, 山下涼介(NBU), △石川直生, 上原正志(CIT),

△樋口幸(大分県立看護科学大), △市田秀樹(信州大学), 福島学(NBU),
△森竹隆広(シェルエレクトロニクス(株)), 風間道子(log a), 柳川博文(arsl)

- ◆著者らはこれまで、上腕二頭筋の筋活動計測、上腕部設置加速度計による設置筋肉部位と対となる筋活動計測、について提案してきた。
- ◆筋音計測メリット: 人体の長時間計測が可能(発汗の影響を受けない)
- ◆筋繊維群と筋音計測信号の対応関係を調査



1-Q-29

1-Q-29 往復動圧縮機吸吐弁
劣化診断に関する一検討

A Study on Diagnosis of Reciprocating Compressor Inlet and Outlet Valve

○近藤善隆(ジェイテック), 山下涼介, 大里一矢, 福島学(NBU),
△山上洋志, △手島祐二(ジェイテック), 柳川博文(arsl)

- 目的: 化学プラント等の重要機器の状態監視保全 (CBM: Condition Based Management) の品質向上
- 対象: 往復動圧縮機 (原材料のプラント内供給用高圧化するための装置) に装備されている吸入弁 (原材料の逆流防止) と吐出弁 (一定圧で吐出と逆流防止) の状態把握
- 仮説: 弁の劣化に伴い開・閉の違いが少なくなると予測
- 手法: 加速度計測時間波形 (Fig.1) の開・閉動作相当時間間隔で振幅ヒストグラムの変化 (Fig.2) を調査
- 結論: BPF (16 kHz - 26 kHz) 処理し信号包絡の振幅ヒストグラムの時間変化 (開・閉動作の差) が劣化診断に有用である。

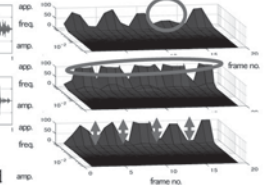
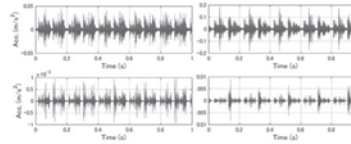


Fig. 1 The difference of All Band (Upper) and 16 kHz-26 kHz BPF(Lower) time wave form (Left: Before regular repair, Right: After) (Blue: Measured Acc. Data, Red: Envelope) (fs = 51 kHz, Compressor: 5 cycle/sec)

Fig. 2 The effect of BPF, and the changes according to the aging (1 regular repair cycle, 1 year) Upper: Before (2018), Middle: Before (2019), Lower: After (2019) 1 frame = 0.1 (s), overlap: 0.5 (f)

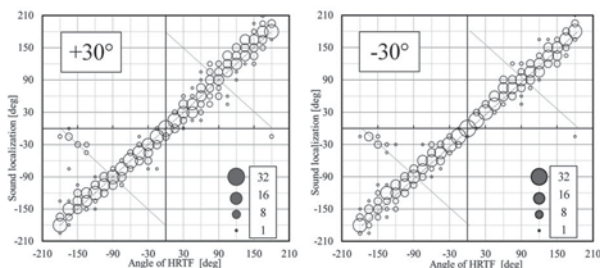
1-Q-30

1-Q-30 2台のパラメトリックスピーカの配置による
前後左右音像定位の検討
—仰俯角方向への配置—

Study on sound localization of front, back, left and right directions by arrangement of two parametric loudspeakers -Arrangement in elevation region-

☆福田隆人, △古田昇輝, 青木茂明, 島内末廣(金沢工大)

- ◆以前の検討で最も優れた定位感を示した方位角±60°のスピーカ配置において、スピーカの仰俯角と水平面前後左右方向の音像定位との関係を検討した。
- ◆試験にはHRTFを畳み込んだピンクノイズを使用し、スピーカは聴取者から見て方位角±60°の方向に120 cm離し、仰俯角+30°、0°、-10°、-30°となるように配置を変更した。
- ◆仰俯角+30°配置と-30°配置のときの定位方向の分布図を示す。音像は全体的にHRTFの角度の方向に定位した。前方のみの試験と同様に個人差が見られる部分もあり、個人に合わせた配置や、定位させたい角度により配置を選択していく必要があると推測される。



1-Q-31

1-Q-31 聴取雑音の嗜好と
ロンバード効果の関係性

Relationship between the preference of hearing noise and the Lombard Effect

○秋田昌憲, 伊藤智史, 北里綾音, 緑川洋一 (大分大)

- ◆本研究室では、聴取雑音の音質の変化によるロンバード効果の量の変化について検討しており、別途体内音による被験者の感情変化の検出も検討している。
- ◆ここでは、聴取雑音の不快感と発声音圧・ロンバード効果の関連性について調べ、体内音の代わりに人間の感情変化検出に使用できる可能性があるか検討している。

Table 1 Preference test of the noise 1...comfortable 5...uncomfortable

Exam	White	Pink	Band 125Hz	Band 1kHz	Band 8kHz
C	1	5	4	3	2

Relation ?

Table 2 Sound pressure level of uttered vowels Examinee C

	A	I	U	E	O
None	70	68	63	69	73
White	70	63	64	68	70
Pink	75	68	66	75	74
125Hz	72	63	61	68	71
1kHz	77	61	62	77	74
8KHz	70	63	62	68	71

1-Q-32

1-Q-32 高周波を含む複合音が聴性誘発反応に及ぼす影響

Effect of High Frequency Complex Tones on evoked response audiometry
☆谷本典之, 福田祐樹, 石光俊介(広島市大)

- ◆本研究ではハイレゾ音源に含まれる高周波成分が脳に及ぼす影響について検討した。
- ◆脳波解析には聴性誘発反応(以下 N1 反応), 脳波の安定度を用いた。
- ◆N1 反応とは, 刺激聴取後 100m 秒後に観測される反応を指す。
- ◆はじめに, 16~90kHz トーンバースト聴取時の N1 反応を測定したがすべての周波数で N1 反応を観測できなかった。
- ◆次に, 可聴域内の 1k~16kHz トーンバースト聴取時の N1 反応を測定した結果, 周波数の上昇に伴い振幅が小さくなり 8kHz 付近から観測できなくなることを確認した。
- ◆高周波で N1 反応が出ない可能性があるため高周波を含む複合音を用いて N1 反応を測定した。
- ◆その結果, 複合音に含まれる高周波が N1 反応の振幅に影響を与えることが確認できた。
- ◆最後に, ハイレゾ音源と非ハイレゾ音源聴取時の心理的好ましさの検討として脳波の安定度を測定した。
- ◆本実験では, 小松玲子「密かな水瓶」のハイレゾ音源を用いて, その音源をダウンサンプリングしたものを非ハイレゾ音源とした。
- ◆ハイレゾ音源と非ハイレゾ音源聴取時の脳波の安定度に相関は見られなかった。

1-Q-34

1-Q-34 DNN を用いた残響環境下における音声了解度の推定のための了解度測定方法の検討

On non-reference reverberant speech intelligibility estimation under reverberant environment using DNN.
☆中澤和司, 近藤和弘(山形大)

- ◆残響環境下におけるノンレファレンス音声了解度推定のために音声了解度を測定。
- ◆残響の影響を考慮するために“ここには〇〇と書いてある”といった文章に単語を埋め込んだテスト用音声を録音。
- ◆残響環境下で劣化した音声を用いて被験者 7 人に対して日本語版 DRT 試験を実施。
- ◆残響時間の増加に伴い音声了解度が低下。
- ◆試験用単語の属性別にみると, 不規則性は残響時間に関わらず了解度が高いことが判明。
- ◆不規則性の音声をテストから除くことで評価対象音声数を制御可能。

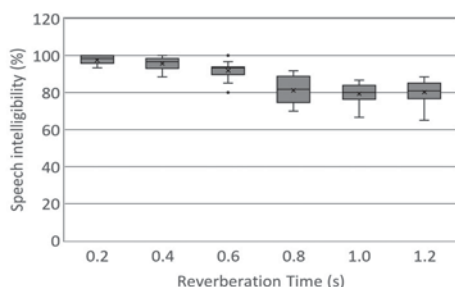


Fig.1: Speech intelligibility by the reverberation time

1-Q-33

1-Q-33 中間特徴量を用いた屋外拡声音評価システムの実装

Implementation of outdoor public address speech evaluation system using intermediate features.
◎野口啓太, 小林洋介(室蘭工大), 栗栖清浩(TOA)

- ◆屋外拡声音の聴き取りにくさ (Listening difficulty rating: LDR) をリアルタイムで予測可能な計測器のプロトタイプを開発した。
- ◆計測器には, 客観了解度指標 STOI を中間特徴量として LDR を予測するモデルを組み込んだ。
- ◆中間特徴量から LDR を予測するモデルは, 相互作用項を加えた Elastic net を用いて学習した。
- ◆ Fig. 1 に聴取実験値の LDR と予測値を示す。SNR が相対的に低い 0~20 dB の場合, RMSE が 0.592~0.665 と誤差が大きく, SNR が相対的に高い 30~40 dB の場合, RMSE が 0.197~0.372 と誤差が小さくなった。

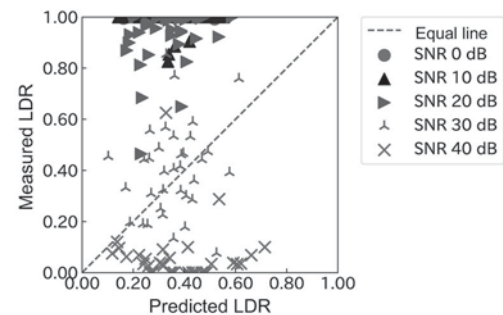


Fig.1: Relationship between measured LDR and predicted LDR

1-Q-35

1-Q-35 大規模主観評価と周波数分析による心地よいインパルス応答測定信号の設計

Design of comfortable impulse response measurement signal by large scale subjective evaluation and frequency analysis
☆高橋 勇希(長岡高専), 小口 純矢, 高道慎之介(東大院・情報理工), 矢野 昌平(長岡高専), 猿渡 洋(東大院・情報理工)

- ◆音響インパルス応答測定の課題
 - 新たな生体認証として人間の外耳道の音響インパルス応答を用いた耳音響認証が提案されている
 - しかし, 測定用信号は人間に与えるストレスが無視されている
- ◆従来法
 - MLS 信号や TSP 信号を用いた測定法
 - 人工音は人間にとってストレスになる
- ◆提案法
 - 心地よいとされる自然環境音での測定手法を提案
 - 大規模主観評価を用いた心地よさの評価指標の提案
 - 板倉斎藤擬距離を用いた周波数分析を提案
- ◆実験
 - シミュレーション実験によるインパルス応答測定実験により提案法の有効性を確認

1-Q-36

1-Q-36 原音予測モデルを利用した客観音声了解度指標の提案

Objective speech intelligibility estimation using reference signal prediction model

©小林洋介(室工大), 近藤和弘(山形大)

- ◆屋外などの実環境騒音下での音声了解度を推定・予測する手法を開発している。本発表ではCNNによるencoder-decoderによる生成モデルを利用した原音の予測モデルを利用し、本来は原音が必要な客観音声了解度指標である相互情報量を用いた客観音響了解度指標のSIMIを原音なしで利用することを提案する。
- ◆原音予測モデルは周波数-時間領域のスペクトログラムを学習する2次元のCNNとし、雑音を加算され残響が畳み込まれた劣化信号のスペクトログラムを学習し、原音のスペクトログラムを教師として生成するモデルで構成した。
- ◆Fig. 1は原音を用いた場合のSIMIと提案法を比較した結果である。予測モデルは原音と用いる場合よりSIMI値を小さく予測する結果となった。しかし、図に示した個別の了解度への変換関数を用いれば了解度推定は可能であることが示された。

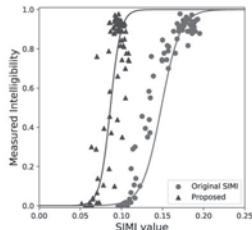


Fig.1: Relationship between measured intelligibility and intelligibility index

1-Q-38

1-Q-38 加算雑音劣化音に対するノンレファレンス単語音声了解度推定法の検討

—未知単語に対する了解度推定精度評価—

On non-reference speech intelligibility estimation for degraded speech by additive noise—Evaluation of intelligibility estimation accuracy for unseen words—

☆高橋宙人, 近藤和弘(山形大院・理工学研究科)

- ◆レファレンス信号に雑音除去によって推定した原音声を用いるフルレファレンス了解度推定手法を考案。
- ◆ノンレファレンスに了解度を推定する前段階として、推定原音ではなく本物の原音を用いて精度を確認。
- ◆周波数重み付きセグメンタルSNRから了解度を推定するDNN(Deep Neural Network)を学習。
- ◆日本語版DRTに用いる6属性の単語対のうちsustentionのみを学習に用いて、それ以外の属性で評価。
- ◆推定精度が高い属性(graveness, compactness)と低い属性(voicing, nasality, sibilant)に分化。
- ◆雑音に対する頑強性の違いによるものと考察。

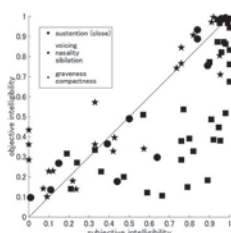


Fig.1: Distribution of subjective vs. estimated intelligibility with test data.

1-Q-37

1-Q-37 選択型傾聴システムにおける主観評価にもとづく不要音判定の検討

Method of deciding unwanted sounds based on subjective evaluation for selective listening system

○西野隆典, △野田要(名城大・都市情報)

- 音源分離技術と立体音響技術を組み合わせた選択型傾聴システムにおいて、音の快・不快を提示音の選択基準に利用できるか検討した。
- あらかじめ不快であると選定した13種類の音について、紙面とWebを利用してアンケート調査を実施した。被験者数は、紙面は129名、Webは世代の異なる計208名である。
- 回答の集計結果から、各群で共通して不快であるとされた音は5種類、世代間で傾向が異なった音が3種類となった。あらかじめ不快であると仮定した音を対象としてアンケートを実施したが、不快ではないとの回答が多い音も1/3程度存在した。
- 今後の課題として、音から連想される擬音語について精査し、快・不快との関連を調査することが挙げられる。

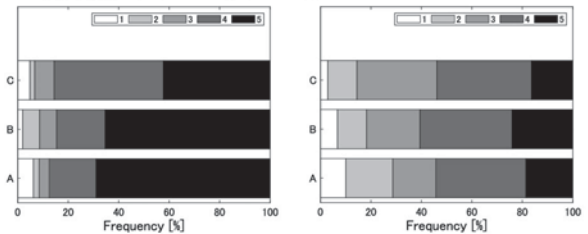


Fig.1 Examples of questionnaire results. The left figure is an insect sound, and the right figure is the earphones sound leakage. "A" and "B" are in their 20s, and "C" denotes 60 and over. A web system was used for "B" and "C". "1" means that it is not unpleasant, and "5" is unpleasant.

1-Q-39

1-Q-39 車内音響特性を用いた聴感印象スパースモデルに関する検討

Investigation of Sparse model for Auditory impression with Acoustic features in automobiles

☆井野場春香, 石光俊介(広島市立大学), 五十嵐優司, 清水朗, 青木武史, 佐藤弥生, 小池遥(バイオニア), 若松功二, 山中尋詞, 藤本麻由美(マツダ)

- ◆本検討では、数多くの車内音響特性の中から、オーディオ評価者の聴感印象評価と関連のある特性を機械学習によって抽出し、スパースモデルを構築する。
- ◆オーディオ評価者による4車の聴感印象結果と9つの条件下における周波数領域の3つの車内音響特性からlassoを用いた機械学習によって最適モデルの推定を行った。
- ◆4つの実験により、以下のような車内音響特性が「良い音を感じる車内」に関連があることが分かった。全体の傾向から見て、Frequency Phaseが車内音響の良し悪しに寄与しており、Frequency Group delayが寄与していない傾向にある。

Table 1: The acoustic features related to auditory impressive evaluations

Acoustic features	Played channel	Channel on Microphones	Experiment				Acoustic features	Played channel	Channel on Microphones	Experiment			
			1	2	3	4				1	2	3	4
Frequency Magnitude	Both	Left				○	Frequency Phase	Right	Left	○	○	○	○
		Right	○						Right	○	○	○	○
	Left	Left		○		○		Both	Left				○
		Right	○			○			Right				○
		Left-Right	○			○			Left-Right				○
		Left-Right	○			○			Left-Right				○
Frequency Phase	Both	Left				○	Frequency Group delay	Right	Left				○
		Right	○						Right				○
	Left	Left		○		○		Both	Left				○
		Right	○			○			Right				○
		Left-Right	○			○			Left-Right				○
		Left-Right	○			○			Left-Right				○

1-Q-40

1-Q-40 画像情報の活用による 受聴者の頭部移動を考慮した 逆フィルタ型音場制御

Sound field reproduction system based on inverse filter utilizing camera images aimed at robust to listener's movement

☆望月海渡, 竹内太法, 立蔵洋介(静岡大学院・総合科学技術研)

◆目的

逆フィルタ型音場制御における, 受聴者の頭部が移動した際の再現精度の改善

◆提案手法

頭部の移動による耳の位置の変化を画像から推定
推定結果に応じて, インパルス応答の波形を補正し逆フィルタを設計

◆結果

受聴試験による再現精度の調査を行った結果, 頭部が後方に20cm移動したとき有意に再現精度が改善
一方で, 左方に5cm移動したとき, 有意に再現精度が低下

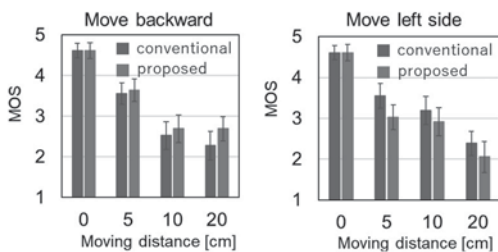


Fig.1: Relation between MOS and moving distance of listener. (Error bar: 95% confidence interval)

1-Q-42

1-Q-42 24ch 3次元音場再生システムの 水平面音像定位性能に関する検討

-再生方式による検討・比較-

Horizontal localization of 24-channel 3D sound field reproduction system:
Comparison and examination by reproduction methods

☆渡壁航平, 神戸貴博, 尾本章(九大・芸工)

◆24ch 3次元音場再生システムに用いるマイクアレイの低域過大評価を考慮して提案されたフィルタおよび新たに提案したフィルタ(Fig. 1)を用いた場合の水平方向音像定位性能を簡易音場再生および境界音場制御を適用した再生と比較した。主観評価実験を行い, 平均値(CE), 標準偏差(RE)および全体的な適合度(LE)(式(1))を調査した。

$$LE(\theta) = \frac{1}{\sqrt{CE^2 + RE^2}} \quad (1)$$

◆新たに提案したフィルタを用いた再生ではスピーカが存在しない角度において特徴的な定位誤差が見られるが, 全体的な誤差は簡易音場再生および従来のフィルタよりも抑えられることがわかった。

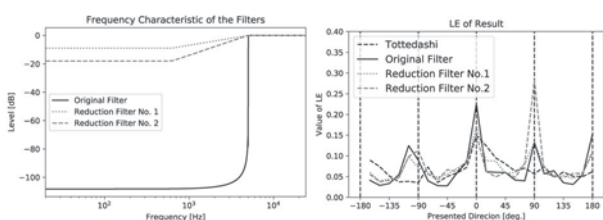


Fig. 1 低域削減フィルタ

Fig. 2 水平面音像定位の適合度

1-Q-41

1-Q-41 音源の映像の提示時間が 移動音源の印象に与える影響の調査 —音像移動回数の下限の傾向—

A study on relation between the presentation time of a moving sound image and evaluation of its synchronization — characteristics of threshold of discrete coordinates —

☆倉林実可, 武藤憲司(芝浦工大)

◆本研究の目的は, 視聴覚システムにおいて臨場感を与える簡易的な音響システムの構築である。本報告では, 離散的に与えた音と連続的に移動する音源の映像において, 音と映像の移動速度が同期感覚に与える影響を調査する。4種類の提示時間における違和感のない音像を与えるために必要な音像分割数の下限を求めた。

◆音圧差によって $x=1, 2, \dots, x_{\max}$ に音像の座標を離散的に与える。音像を提示する位置を時間によって変え, 跳躍的に移動する音像と滑らかに移動する音源の映像を同時に提示し, 同期感覚を測定した。

◆本実験において, 提示が1.2s以下になると音像移動の必要性がなくなり, 2.4s以上は, 提示時間が長くなるほど必要な音像提示回数が増加する特徴が得られた。

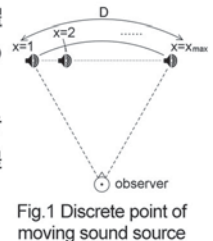


Fig.1 Discrete point of moving sound source

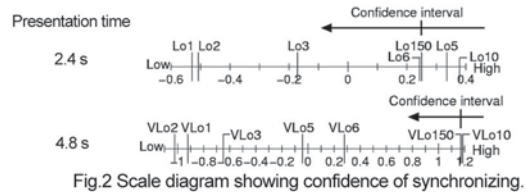


Fig.2 Scale diagram showing confidence of synchronizing.

1-Q-43

1-Q-43 方向別インパルス応答を用いた 音場再生システムの性能評価

Performance evaluation of sound field reproduction system using directional impulse responses

☆辺鐘言, 柏崎絃, 尾本章(九州大・芸工)

◆方向別のインパルス応答から物理指標を算出し, 原音場と再生音場の物理指標を比較することによって, 音場再生システムの性能評価を行った。3つの原音場と2つの再生音場の組み合わせで行った。再生音場の多数点において測定し, ロバスト性を考察した。

◆低周波領域ではマイクの指向性が緩く, 過剰に再生される。これを補うのに, 境界音場制御, 高次アンビソニックス, ビームフォーミング等の処理を行った。各手法の物理的性質を比較し, 聴感印象との対応も考察した。

◆再生音場はある程度のロバスト性を有しており, 聴取点の位置や高さを変えても再生度合いは大きく変わらないことがわかった。

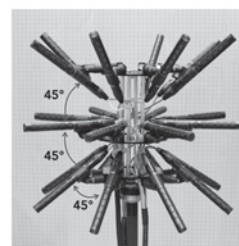


Fig.1: Narrow directional microphone array



Fig.2: Error distribution of reverberation time at 1 kHz

1-Q-44

1-Q-44 音空間收音において低域に適用する ビームフォーミング処理の聴感への影響

Influence of beamforming for low frequency region on sound quality in sound-space acquisition

○渡邊貴治, 西口正之, 高根昭一, 安倍幸治 (秋田県立大)

◆背景と目的

- ある空間の音情報を別の空間で高い臨場感で再現するため、ビームフォーミングによって方向別に收音する收音・再生システムを検討している
- 低域に対応したアレイはサイズが大きいため、聴感に影響を及ぼさず低域の方向別收音を行わないことが可能かを検証する
 - ◆前報(音講論, 2019春)では定位に関して検討を行った
 - ◆本報告では、定位や音色を含む総合的な影響について検討する

◆実験方法

- 本システムが扱う信号の帯域(150~19200 Hz)のうち、低域側においてビームフォーミング処理を適用しない帯域を設ける
 - ◆全帯域にビームフォーミングを適用("NBF0", リファレンス), 適用しない帯域を150~300 Hz("NBF1"), 150~600 Hz("NBF2"), 150~1200 Hz("NBF3")とした
- 計算機シミュレーションで前方(-90° ~ 90°)10度間隔の音源信号(ピンクノイズ)を收音・再生し、三肢強制選択法によってリファレンス音2つとテスト音1つの中から異なると感じたものを回答させた

◆結果及び考察

- ある被験者の音源方向ごとの正解数 (Fig. 1)
- 帯域2までであれば正解数がカイニ乗検定による基準(破線)を下回っており、ビームフォーミングを適用しないことによる影響が見られない

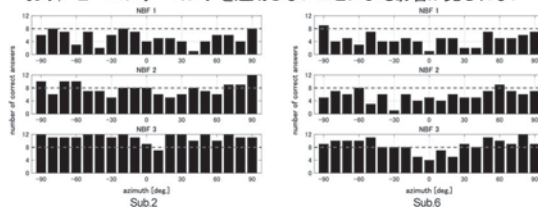


Fig.1: Results of the number of correct answers (Sub.2, and 6)

1-Q-46

1-Q-46 聴覚実験に用いる ヘッドホンアンプのクロストーク

Crosstalk of headphone amplifier used in psychoacoustical experiments

○森川大輔, 酒井翼, 平原達也(富山県立大)

- ◆ヘッドホンアンプや Y 型分岐ケーブルの違いによるクロストーク量を計測した。
- ◆分岐ケーブルを用いた場合でも、十数年使用したケーブルではクロストーク量が-28~-51 dB となり、Sleeve を強く接触させる TRS ジャックを用いたケーブルではクロストーク量が-70 dB 以下になった。
- ◆聴覚実験に用いるヘッドホンアンプや分岐ケーブルには、Sleeve を強く接触させチャンネル間の共通接地抵抗が十分に小さい TRS ジャックの物が適し、経年劣化には注意が必要であることがわかった。

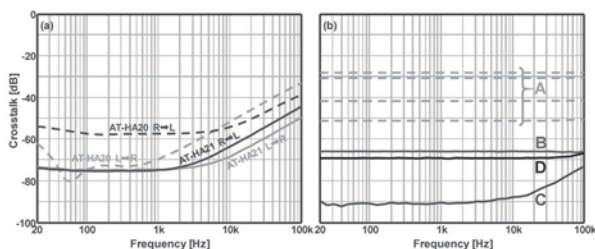


Fig.1: Crosstalk characteristics of each condition. (a) Single amplifier and (b) two amplifiers with Splitter cable

1-Q-45

1-Q-45 パラメトリックスピーカによる 後方反射音像を利用した サラウンドシステムの聴感印象調査

Auditory impression of surround system

using rear reflection sound image by parametric array loudspeaker

☆加藤弘士朗, 上原正志, 坂口智弘, 大川茂樹 (千葉工大)

- ◆パラメトリックスピーカ(Parametric Array Loudspeaker: PAL)による指向性の鋭い放射音を受聴者の後方で反射させ、サラウンドシステムにおける後方スピーカとして利用。

- ◆MUSHRA 法を用いたサラウンド品質の印象に関する聴感印象実験の実施によりラウドスピーカと PAL を 2 つずつ使用した 4ch の有効性を検討。

- ◆コンテンツに依存するが、提案システムはステレオと比較して有意差が認められる。Fig. 3 はスコア平均と 95%信頼区間を示している。

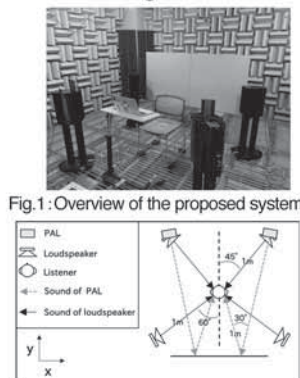


Fig.1: Overview of the proposed system

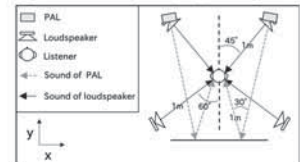


Fig.2: Top view of the system

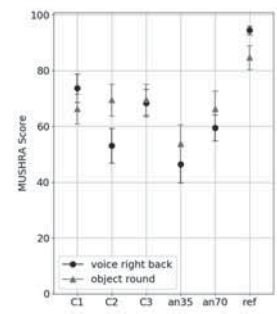


Fig.3: Results of auditory impression experiment

C1: Proposed Method C2: 2ch loudspeaker
C3: C1 loudspeaker time delay
an35, an70: Deterioration sound ref: Reference sound

1-Q-47

1-Q-47

1-Q-46 聴覚実験に用いる ヘッドホンアンプのクロストーク

1-Q-47 空間方向の平滑化頭部伝達関数が SENZI 音空間再現精度に及ぼす影響

Effects of spatially smoothed head-related transfer functions on the accuracy of synthesized sound space by SENZI.

☆富樫凌, 坂本修一, SALVADOR César, Trevino Jorge, 鈴木陽一 (東北大通研/院情科研)

- ◆SENZI のマイクロホンが減しても再現される音空間の精度を保つため、高周波数領域での HRTF の空間方向の振幅特性を平滑化することで、再現精度の向上を図った。
 - ▶ 球座標離散ウェーブレット変換手法であるリフティングスキームによる HRTF モデル化法(Hu et al. 2019)を用いて振幅特性を平滑化し、対象 HRTF の位相特性と最小位相特性を適用した。
- ◆ある程度の振幅特性の違いであれば、同じ位相特性なら再現される HRTF は似たような振幅特性を持つことが示唆された。

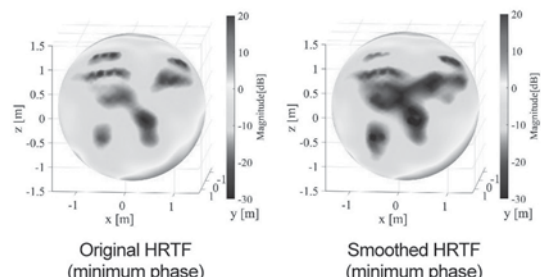


Fig.1: Amplitude characteristics of synthesized HRTF (contralateral / f = 10 kHz)

1-Q-48

1-Q-48 2つの正12面体スピーカアレイの
ビーム反射を用いた奥行き感再生
Auditory distance reproduction
by beamformed reflection using two dodecahedral loudspeaker arrays
☆鎮守麻穂, 任逸, 羽田陽一(電通大)

- ◆Fig.1のように2個の正12面体スピーカアレイを配置し、受聴者に向けた指向性ビーム(直接音ビーム)と壁に向けた指向性ビーム(反射音ビーム)の音量変化により、任意の位置での奥行き感、受聴者正面での音像の移動感について主観評価実験を行った。
- ◆任意の位置での奥行き感に関しては、直接音ビームはスピーカアレイ位置に、反射音ビームは壁付近に、同じ音量で再生した場合には2つの間に定位することが確認できた。
- ◆音像の移動感については、手前→奥の移動は単純に再生音量を減少させる手法が、また、奥→手前の移動はビームの音量変化に全体の音量増加を加えた手法がもっとも移動感が感じられることがわかった。

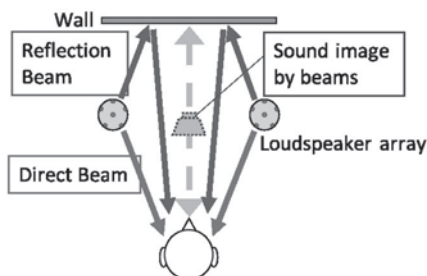


Fig.1: Proposed method

1-Q-50

1-Q-50 耳珠を利用した小型マイク装着法と
HRTF 測定について
HRTF measurement with a small microphone using tragus
☆佐瀬 文一(首都大・シス), 大久保 寛(首都大)

3D 立体音響の再現には、頭部伝達関数(Head Related Transfer Function)が有効であることが知られている。HRTF は個人によって異なり、取得法としては、個人の耳型を採取し、作成した耳型マイクによる測定が一般的な方法である。この耳型マイクの作成には熟練を要する。

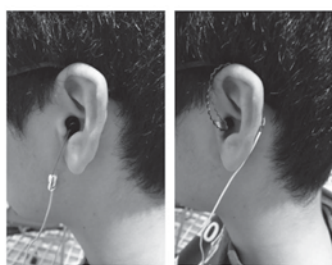


Fig.1 Each microphone installed (Left : EP mic, Right : TC mic)

本研究では比較的多くの人に適合する HRTF 測定用マイク装着法として、イヤーズ(EP マイク)を利用した方法と、耳珠に装着するアクセサリであるトラカフを改造し製作したトラカフマイク(TC マイク)を利用した方法を提案する。
音の方向認識の手がかりとして、スペクトラルキュー(Spectral Cue)が重要となる正中面において、各マイクによる HRTF を測定し、耳型マイクの測定結果との比較を行った。また、各マイクで取得された音源を用いてヘッドホン再生による音像定位実験を行い、実音源による音像定位実験との比較を行った。各実験について、各マイクによる 3D 立体音響の再現の可能性を考察し、VR 技術・VR 体験システム等への応用について検討する。

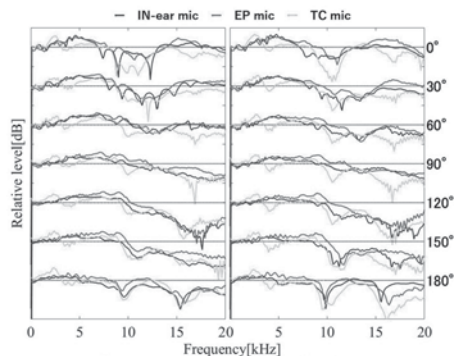


Fig.2: Measured HRTF by each microphone

1-Q-49

1-Q-49 下方に水平配置した平面スピーカアレイ
による上方音像の再生
Reproducing floating sound image by horizontal planner loudspeaker array
from below
☆原田雄典, 羽田陽一(電通大)

- ◆下方に水平配置した複数のスピーカを用いて受聴者の正面方向に音像を呈示できるかどうか検討した
- ◆下方に配置した2個のスピーカを用いた従来型のトランスオーラルシステムと下方配置した平面スピーカアレイによるクロストークキャンセラに指向性制御を組み合わせた手法とを比較した
- ◆受聴者から見て遠い位置にある2個のスピーカ(Set B)を用いたトランスオーラル再生が最も正面方向に音像を呈示できた。一方でクロストークキャンセラと指向性制御を組み合わせた手法では精度もロバスト性も良くない結果となった。ビームが狭く、受聴位置に敏感となったためと考える。

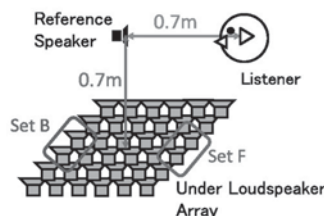


Fig. 1: Experiment system

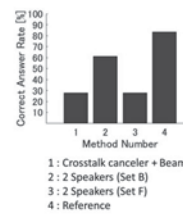


Fig. 2 : Experiment result

1-R-1

1-R-1 Photo-acoustic responses of a liquid-filled thin
glass capillary embedded in a soft object
☆Shili QU, ΔYosuke MIZUNO, Kentaro NAKAMURA
(Tokyo Institute of Technology)

- ◆ Pilot photoacoustic experiment was conducted under a transducer-laser-separated setting.
- ◆ A glass capillary with black ink filled inside, which was embedded in a phantom, was used as a sample.
- ◆ Excitation light pulse of 129 ns in width and 1 W in averaged power was applied.
- ◆ Photoacoustic signal from the ink was detected using a 5-MHz non-focused transducer.
- ◆ We analyzed the frequency components in the received waveform in relation to the acoustic modes inside the capillary.
- ◆ The theoretically calculated resonant frequencies in the cylindrical tube fit well with the experimental results.

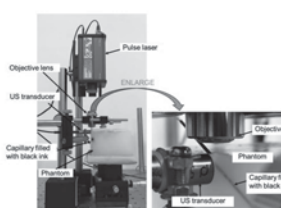


Fig. 1: Experimental setup.

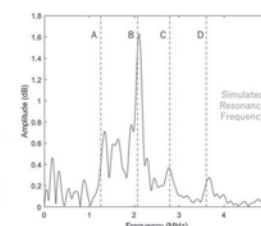


Fig. 2: Comparison between obtained photoacoustic spectrum and modal frequencies.

1-R-2

1-R-2 異なる音響特性を持つ生体模擬ファントムの非接触音波伝搬速度計測の評価

Evaluation of non-contact measurement of speed of sound for tissue-mimicking phantoms with different acoustic characteristics

☆大久保 俊朗, 平田 慎之介, 蜂屋弘之(東工大)

- ◆本報告では非接触計測の精度検討として、音響特性の異なる2種類の生体模擬ファントムに対して接触・非接触音波伝搬速度計測を行った。
- ◆計測中ファントムの温度が変化するため、予め接触計測でファントムの温度と SOS の関係を計測し温度補正を行った。
- ◆その結果、非接触計測では接触計測と比較して平均値がやや大きくなり、計測ごとの分散も増加することが分かった。この原因は距離計測の誤差にあると考えられる。

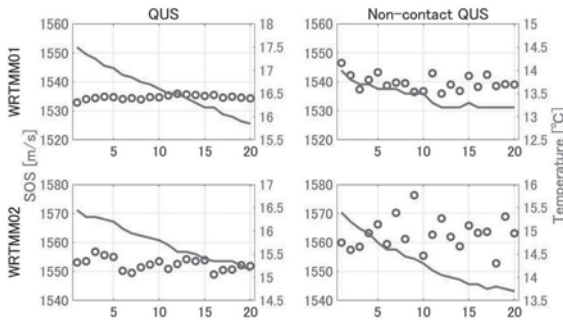


Fig. 1 Estimated SOS and temperature of the tissue-mimicking phantom with different acoustic characteristics in QUS and in non-contact QUS

1-R-4

1-R-4 音響放射圧を利用した眼圧測定の基礎研究

Basic study of intraocular pressure measurement by acoustic radiation pressure

○小塚マーガレット, 佐野元昭(桐蔭横浜大)

眼圧測定は、空気圧によって眼球を押し、その変形を計測することにより行われるが、びっくりしてしまうことも多いので、我々は、空気圧の代わりに音響放射圧が利用できないか検討している。そのための基礎研究として、パラメトリックスピーカーに利用される40 kHzの超音波音源100個を球面の内側に配置した装置(Fig. 1)を作成し、その焦点(球の中心)に眼球に見立てた水風船を置き、それを音響放射圧で押し変形させる実験を行った。そして圧を切った後に生じる減衰振動を調べるために、Fig. 2のようにレーザー光を照射し、反射像を高速度カメラ撮影して相関追尾した。そしてそのデータをフーリエ変換して固有周波数を求めた。また、その固有振動数と水風船の内圧との関係について、Lambの液滴振動のモデルをもとに議論した。

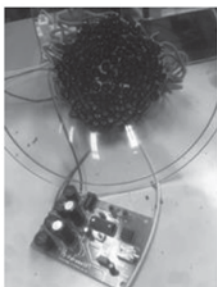


Fig. 1 Our device

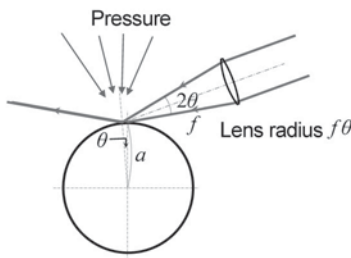


Fig. 2 Reflection by spherical surface

1-R-3

1-R-3 立位人頸部表面の空中超音波計測による呼吸・心拍の評価

Evaluation of breathing and heartbeat by airborne ultrasonic measurement of the neck surface in a standing position

☆原田京平, 平田慎之介, 蜂屋弘之(東工大)

- ◆本報告では、頸部に超音波を送受することで、立位着衣状態における被験者の呼吸・心拍を計測する非接触計測システムを構築し、評価を行った。
- ◆実験環境の模式図をFig. 1に示す。一对の送受波器を、頸動脈が正面になるように被験者の正面から45度の位置に設置した。頸部表面変位には心拍のほか呼吸、体動成分が含まれるため、0.7 Hzを遮断周波数とするハイパスフィルタを通過させることで心拍を分離した。この波形と脈波センサによる計測結果に対し、時間窓を16sとした短時間フーリエ変換を施した結果をFig. 2に示す。立位着衣状態で心拍が計測できることが明らかになった。

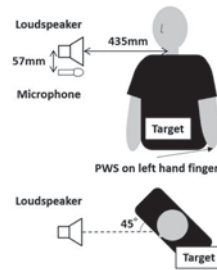


Fig. 1 Measurement configuration.

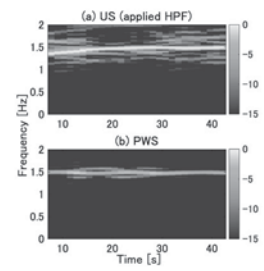


Fig. 2 Short-time DFT (with window of 16s) results. (a) after HP filtering. (b) PWS measurement.

1-R-5

1-R-5 超音波を用いた浮腫定量診断に向けた基礎検討

-水分量の異なる豆腐を用いた試行-

Fundamental study of quantitative diagnosis of edema using ultrasound - Experimental using tofu with different water content -

☆栗原祥太, 坂本真一, △越山雅文, △渡邊友美子(滋賀県立大)

- ◆浮腫とは、細胞や組織の隙間に水分が余分に溜まった状態と定義され、皮下組織と呼ばれる主に脂肪細胞でできた組織に生じる。
- ◆浮腫を模擬した試料に豆腐を用いた。豆腐は皮下組織と同様に脂肪分を含んでおり、脂肪に近い減衰を持つと報告されている。
- ◆水切り前後の豆腐に超音波を照射し、水分量の違いが音速に与える影響についての検討を行った。
- ◆パルサーレーザーとトランスデューサーを用いて、豆腐に超音波を照射し、反射波をオシロスコープで観測した。(Fig. 1)
- ◆豆腐の表面と底面の反射波から、音速の算出を行った。(Fig. 2)
- ◆豆腐内の水分量の減少に伴って、音速も減少する傾向が確認できた。

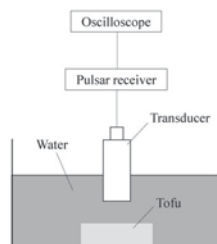


Fig. 1 Experimental system.

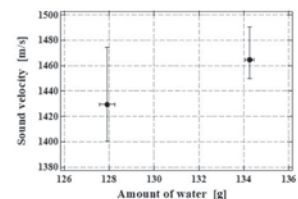


Fig. 2 Relationship between water content and sound velocity.

1-R-6

1-R-6 Evaluation of codes selection in alternate transmission of difference codes in M-sequence pulse compression for ultrasonic target detection

OKhanistha Leetang, Shinnosuke Hirata, Hiroyuki Hachiya (Sch., Tokyo Tech.)

The alternate transmission of two different codes in M-sequence pulse compression can extend the measurable distance in double times and keep the temporal resolution as same as one cycle of M-sequence method. In the cross-correlation function, the received signal is correlated with each M-sequence code. The sharp peaks to determine the TOF occurs in each cross-correlation function. However, truncation and interference noises are generated and fused around the correlation peak. This report, truncation and interference noises of codes selection in the alternate transmission of M-sequence pulse compression for ultrasonic target detection is described.

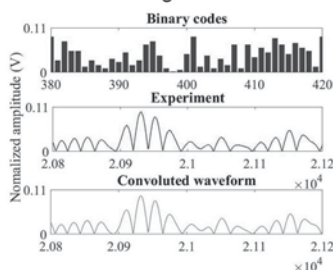


Fig. 1: Maximum amplitude comparison of interference noise among binary codes experiment signal and convoluted waveform

1-R-8

1-R-8 音響キャビテーションを伴う音場内の堅牢ハイドロホンが受ける影響についての検討

Study on the effects of a tough hydrophone in a sound field with acoustic cavitation

☆貝瀬不二丸(桐蔭横浜大), 椎葉倫久(日本医療科学大), 岡田長也(本多電子), 森下武志(桐蔭横浜大), 黒澤実(東工大), 竹内真一(桐蔭横浜大)

- ◆当研究室は現在、高強度超音波に60時間曝露しても受感度が低下しない2種類のハイドロホンを開発している。しかし、前面板表面に生じる傷に大きな違いがあった。
- ◆今回の研究では、2種類のハイドロホンに生じた傷について検討を行うために、高速ビデオカメラとレーザーシートを用いて、ハイドロホン先端周辺の音響キャビテーションの様子を観測した。
- ◆前面板形状が円柱型ではキャビテーションバブルクラウドが流れずに先端に付着し続けていた。前面板形状が円錐型では、キャビテーションバブルクラウドが前面板形状に沿って流れていく様子が確認できた。今回の実験から、前面板形状が傾斜面を有する形状をしているほうが音響キャビテーションによる影響を受けづらいということを確認した。また、受信波形にスパイク状の波形が重畳したときにはキャビテーションによる影響があると考えられた。

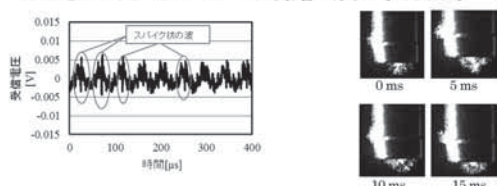


Fig. 1: 高速ビデオカメラによる円柱型堅牢ハイドロホンの観測実験結果 (左: 観測実験時のハイドロホンからの受信波形 右: 高速ビデオカメラで撮影した連続写真)

1-R-7

1-R-7 様々な形状の大きな対象物体の反射特性解析

Analysis of reflection characteristics of large target of various shapes

☆野中 葛吾, 平田 慎之介, 蜂屋 弘之(東工大)

- ◆波長に対し十分大きな物体を対象とし、シミュレーションと実験の比較により、対象物の表面における音波の反射特性を明らかにした。
- ◆角柱状対象物を用いた場合の反射信号を取得する実験条件を示す。
 - 送波器2個(50kHz:120cm間隔), 受波器3個(30cm間隔)
 - 計測対象: 断面形状が一辺200mmの正方形である角柱
- ◆シミュレーションと実験の結果を比較することにより、角柱状物体の表面では送受波器対ごとに反射点の異なる面反射と、点反射で近似できるエッジ反射の両方より構成されていることを確認した。
- ◆3組以上の送受波器対信号を用いて同時に信号が到着する画素は対象物のエッジ位置を示し、面反射の信号は反射点異なることを考慮した処理が必要となる。

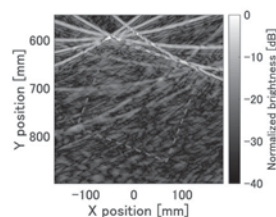


Fig. 1 Acoustic image.

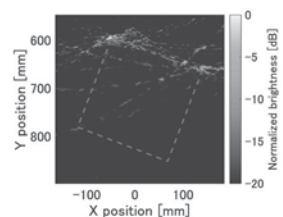


Fig. 2 Image of edge positions.

1-R-9

1-R-9 リンパ浮腫の真皮および皮下組織における後方散乱特性評価の基礎検討

Basic study on evaluation of backscattering properties in dermis and subcutaneous tissue of lymphedema

☆西東若菜(千葉大・工), 大村貞朗(千葉大・院融合),

秋田新介(千葉大・院医), 吉田憲司, 山口匡(千葉大・CFME)

- ◆超音波定量診断法によるリンパ浮腫(LE)の早期・重症度診断に向けて、健常およびリンパ浮腫を伴う下肢を対象として、後方散乱係数(BSC)および減衰係数をin vivoで評価した。
- ◆RF信号の収集は中心周波数8MHzの臨床用超音波診断装置で行い、真皮と皮下組織に分けてリファレンスファントム法で解析を行った。
- ◆BSCおよび減衰係数の周波数依存性はFig. 1(a), (b)のようになり、LE陽性の真皮では陰性に比してBSCが小さい。また、皮下組織では陽性のBSCが陰性に比して大きい。これらの傾向は、先行研究におけるex vivoでの検討やエコー輝度の定性評価結果と一致した。
- ◆減衰係数は、LE陽性と陰性の差が顕著ではないが、大小関係の傾向はBSCと同様であった。

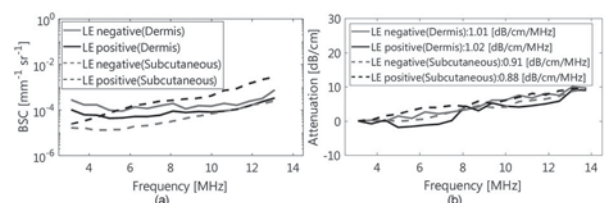


Fig. 1: BSC (a) and Attenuation (b) curves of in vivo human lower limbs.

1-R-10

1-R-10 媒質の散乱体構造と散乱・減衰・振幅包絡特性の関係性の検討

Verification of relationship between scatterer structure of medium and scattering, attenuation, and amplitude envelope characteristics

☆伊能舞(千葉大・工), 大村真朗, 溝口岳(千葉大・院融合), 吉田憲司, 山口匡(千葉大・CFME)

- ◆音響特性を指標として病変による組織変化を定量化するためには、各定量評価手法と組織構造の関係性について詳細な把握が必要。
- ◆散乱体濃度が異なる8種のファントムを複数の周波数で観察し、散乱・減衰・振幅包絡特性を評価した。
- ◆濃度および周波数への依存性の傾向はどの評価値においても理論と合致した。(Fig. 1)
- ◆送受信システムの分解能あたりに含まれる散乱体密度を反映する仲上パラメータにおいては、体積分率が1%以上で全体的に低値となり、理論と乖離したが、実測では同様の傾向が生じるとの報告もある。

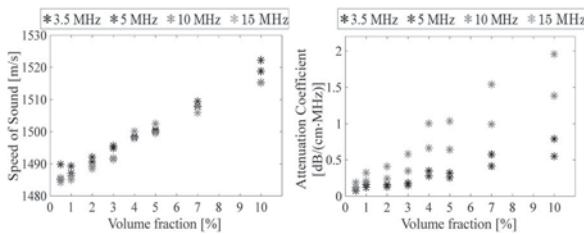


Fig. 1: Relationship between volume fraction and speed of sound (a), attenuation coefficient (b)

1-R-12

1-R-12 表面粗さの評価を目指した偏向平面波送信による反射・散乱成分の分離

Separation of reflection and backscattering components by deflected plane wave transmission for assessment of surface roughness

☆栃木一宏(富山大・工), 長岡 亮, 長谷川英之(富山大院・理工)

- ◆超音波診断によって血管内腔表面の粗さを評価する手法の開発を目指し、偏向平面波を送信した後反射成分と散乱成分の分離を試みた。通常でのBモード像構築、2種類のエコーを想定したビームフォーミングを行い、エコー強度の比較を行ったので報告する。
- ◆球面波を想定した場合においては、従来のPlane Wave Compoundingよりも分解能が向上した。散乱体によるエコーについては散乱成分のものが反射成分よりも0.1 dB強く、反射体によるエコーについては散乱成分のものが反射成分よりも2.6 dB強くなっていた (Fig. 1)。
- ◆平面波を想定した場合においては、散乱体によるエコー強度に大きな落ち込みが見られた。反射体によるエコー強度との差は32.9 dBあったが、球面波を想定した場合のこの差は16.3 dBであった (Fig. 2)。

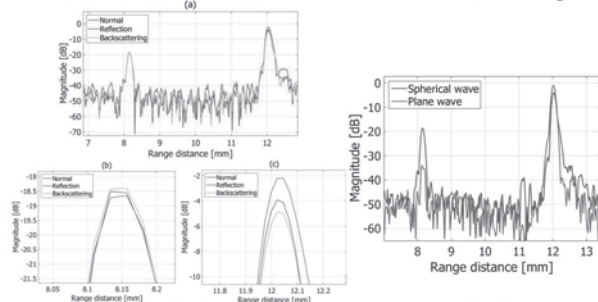


Fig. 1 Fig. 2

Fig. 1: Echo intensity profiles in the range direction. Beamforming was performed by assuming a spherical wave. (a) Entire echo signals. (b) Peaks at scatterer. (c) Peaks at smooth reflective surface.

Fig. 2: Comparison of echo intensities between spherical wave and plane wave.

1-R-11

1-R-11 超音波エコー振幅分布への理論分布整合誤差の評価による散乱体密度推定精度の向上

Accuracy improvement in scatterer density estimation by evaluating matching error of theoretical model to ultrasonic echo amplitude distribution

☆尾本吉隆(富山大・工), 長谷川英之, 長岡 亮(富山大院・理工), △竹内道雄, 坂井俊彦(立山科学), Gabor Andocs(立山科学マシン), 高雄啓三(富山大院・医)

- ◆本報告では、関心領域内の計測データの散乱体密度を検出する際に、推定精度を向上させ、内部温度計測を向上させる手法を提案する。
- ◆超音波信号振幅分布に仲上分布をフィッティングすることにより仲上形状パラメータが定まる。その際の平均二乗誤差を評価し、形状パラメータに重みを付けることで誤差の大きい推定結果を抑圧する。
- ◆Fig. 1より、散乱体密度毎の仲上形状パラメータの平均値は、重み付け有りとなしの場合で大きな差は見られなかった。しかし、標準偏差は重み付けを行うことにより大幅に低減することができた。

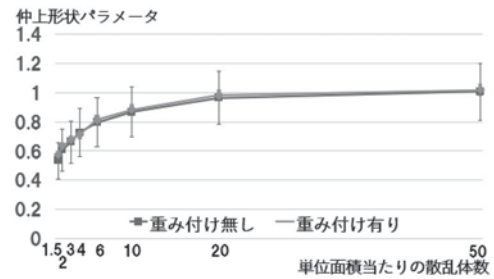


Fig. 1: Comparison of mean values and standard deviations of Nakagami shape parameters obtained with and without weight.

1-R-13

1-R-13 血管変形モデルシミュレーションを用いた超音波によるひずみ計測法の精度評価

Evaluation of accuracy of strain measurement method in ultrasound by simulation of blood vessel deformation

☆石川数馬, 長岡 亮, 長谷川英之(富山大院・理工)

- ◆COMSOL Multiphysicsを用いた血管変形モデルシミュレーションの結果をもとに超音波シミュレーションファントムを作成し、ひずみ計測法の精度評価を行った。
- ◆均質等方性の中空円筒管にプラークを模擬した病変を包埋し、流体構造連成解析を行った。ひずみ計測として変位推定法による変位の勾配からひずみを算出した。勾配は最小二乗法を用いて推定した。
- ◆Fig. 1は深さ方向の推定値と真値のひずみ分布を示す。偏り誤差と標準偏差は11.6±2.72%であった。誤差が生じた理由として、勾配推定を行う領域に過小評価された変位が存在した場合、勾配推定に影響を及ぼしたと考えられる。

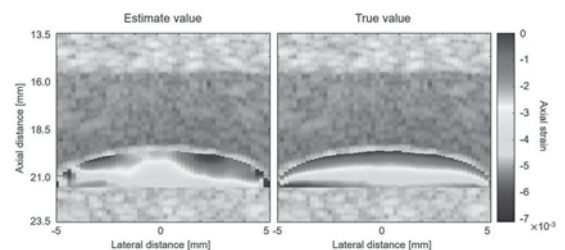


Fig. 1: Estimated (left) and true (right) axial strain distributions.

1-R-14

1-R-14 マウス担がんリンパ節における音響特性評価

Evaluation of acoustic property in mouse model of lymph node with tumor-bearing

○野口和馬(千葉大・工), 小川拓朗(千葉大・院融合), 吉田憲司, 大西峻, 羽石秀昭(千葉大・CFME), 小玉哲也(東北大・院医工), 山口匡(千葉大・CFME)

- ◆リンパ節がん転移モデルマウスの腸骨下リンパ節の連続薄切試料を対象とし、中心周波数 250 MHz の単一凹面振動子(方位分解能 7 μm)を試料全域に走査し、ミクロサイズ(1 pixel = 3 × 3 μm²)の情報量を保持しながら、試料全体の三次元エコーデータを取得した。
- ◆計測後の試料を HE 染色後、エコーデータの解析結果と病理像の位置合わせを行い、正常部および腫瘍部の音響特性を比較した。
- ◆正常部の音速が 1653.4 ± 35.5 m/s であったのに対し、腫瘍部では 1617.4 ± 50.8 m/s であり、腫瘍部の音速が正常部に比して値が低いことが確認された。

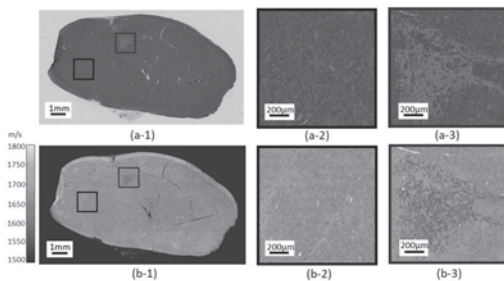


Fig.1: Example of (a)histopathological images and (b)speed of sound maps. (*-1) overall, (*-2) enlarged normal tissue region, (*-3) enlarged tumor

1-R-16

1-R-16 ラットにおいて 50-kHz calls の再生がもたらす情動状態の行動学的評価

The behavioral assessment of affective states in rats induced by playback of 50-kHz calls

○稲垣秀晃, △牛田享宏(愛知医大・医)

- ◆目的: ラットの 50-kHz calls 発声は社会的親和行動のひとつで、正の情動状態を仲間に伝達する調和行動である。したがって、録音し再生提示した 50-kHz calls には、ラットの誘引効果があるとされている。しかし、ほとんどが雄の超音波に対する雄の反応の報告であり、雌ラットの 50-kHz calls を用いていない。そこで本研究では、録音した雌の 50-kHz calls を再生提示した際の雄ラットの行動を調べ、その超音波がもたらす情動状態について検討した。
- ◆材料と方法: 雄ラットに録音した超音波を再生提示して変形オープンフィールド試験を行い、ビデオカメラで撮影した録画データを行動解析に供した。再生提示した超音波は麻酔した雄ラットに対して発情した雌ラットが発した 50-kHz calls であり、対照として周波数 1 kHz のサイン波を合成して用いた。行動解析では、オープンアリーナにいる状態(Outside)、オープンアリーナ内に設置した Hiding box 内に全身が入っている状態(Conceal)、両後肢を Hiding box 内に留めたまま頭から肩あるいはそれ以上を外に出した状態(Head-out)、のそれぞれの合計発現時間を計測し、50-kHz calls 再生提示群と 1 kHz 対照音再生提示群とで比較した。
- ◆結果と考察: 1 kHz 対照音再生提示群と比べて、50-kHz calls 再生提示群では Outside が有意に長く Conceal が有意に短かった。Outside は不安の減弱とともに増加する探索行動であり、Conceal は不安の減弱と共に減少する防御行動であることから、雌の 50-kHz calls はそれを聴取した雄ラットの不安を和らげ誘引する効果を有することが示唆された。

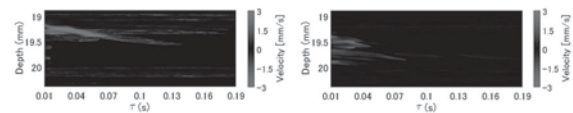
1-R-15

1-R-15 音響放射力によって駆動される微小気泡の移動速度と気泡サイズの関係性に関する実験的検討

Experimental examination on relationship between translational velocity and size of microbubbles driven by acoustic radiation force

☆金兒千晶(千葉大・工), 吉田憲司(千葉大・CFME), 齋藤勝也, 大村真朗(千葉大・院融合), 山口匡(千葉大・CFME)

- ◆リンパ管の鮮明なイメージングを目的に、音響放射力で駆動した造影剤の移動を定量化する動的造影超音波法を提案している。
- ◆サイズが異なる造影剤を作成し、造影剤の移動速度と造影剤サイズとの関連性を検討した。
- ◆内径 1 mm のチューブ内に自作の造影剤を充填し、中心周波数 10 MHz の超音波を繰り返し周波数 5 kHz で照射したときの受信エコー信号から造影剤の動態の解析を行なった。
- ◆Fig.1 に示す音軸上での造影剤の移動速度分布の時間変化において、時間経過とともに造影剤が下方に移動していく様子が確認されたが、移動速度に大きな差異は確認されなかった。
- ◆今後は、造影剤の径方向振動の共振現象との関連性も含めて検討するため、直径 500 nm - 5 μm, 5 MHz - 15 MHz の範囲で同様の検討を行う予定である。



(a) Bubbles with 2.5~4 μm diameter. (b) Bubbles with 1.5~3 μm diameter.

Fig.1: Time-changes of microbubbles translational velocity at arbitrary line.

1-R-17

1-R-17 パラメトリックスピーカの高調波歪み低減の検討

Study on reduction of harmonic distortion of parametric loudspeaker

☆原田俊平, 野村英之(電通大)

- パラメトリックスピーカの音質劣化の原因のひとつとして、高調波歪みが指摘されている。
- パラメトリックスピーカから生じる差音の予測を利用し、高調波歪みの低減方法を検討した。
- 入力信号に、生じる差音の第二高調波に相当する信号や、Merklinger によって示された予測式から予測される歪み成分をあらかじめ加算しておくことで、第二高調波の低減が確認できた。(Fig. 1 および Fig. 2)

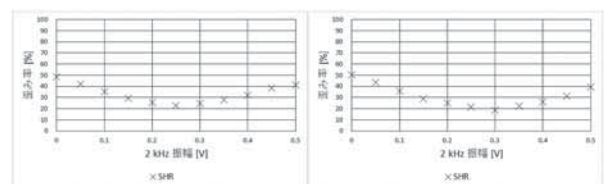


Fig. 1 単一周波数加算における Fig. 2 予測式利用における SHR

SHR

1-R-18

1-R-18 ポリマー振動体を用いたドーム型
空中超音波トランスデューサ

Dome type aerial ultrasonic transducer using polymer vibrator, by Kohei Shida, Yosuke Mizuno, and Kentaro Nakamura (FIRST, Tokyo Institute of Technology).

☆信太仰平, △水野洋輔, 中村健太郎(東工大・未来研)

- ◆屋外や長距離で使用可能な高音圧な空中超音波トランスデューサとして、振動特性の優れたエンジニアリングプラスチックである PPS を振動体を用いたドーム型トランスデューサを検討した。(Fig. 1)
- ◆モーダル解析により、ドーム部で大きな振動振幅が得られる形状の検討を行った。パラメータはドームの肉厚 t と高さ h とした。
- ◆モーダル解析を行った結果、PZT 円環が呼吸振動を行う周波数 (47.8kHz) において、PZT 円環の振動に対するドーム中心の z 方向の振動変位が最大となった $t = 1 \text{ mm}$ 、 $h = 5 \text{ mm}$ のドームを試作した。
- ◆周波数 47 kHz 付近の共振周波数を追尾しながら、測定距離 300 mm、圧電素子への印加電圧を 1~20 V として、音圧を測定した。PZT 素子厚さが 4 mm と過大であったが、同じ印加電圧において市販の開放型トランスデューサよりも高い音圧が得られた。(Fig. 2)

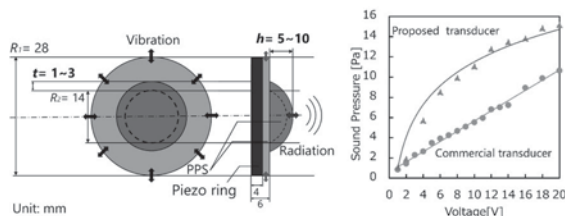


Fig. 1 Structure of the transducer.

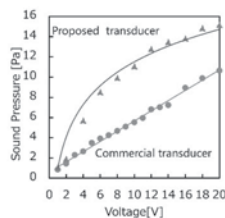


Fig. 2 Sound pressure vs. voltage characteristics.

講演取消

1-R-20

講演取消

1-R-19

1-R-21

1-R-21 縞モード振動板によって形成した
空中強力定在波音場による水を含んだ布の乾燥
—いくつかの布の種類による検討—

Drying of cloth containing water by intense standing wave sound field in the air formed by a striped mode vibrating plate
-In some types of fabrics-

☆中村友哉, 浅見拓哉, 三浦 光(日大・理工)

- ◆筆者らは、空中強力定在波音場を用いた衣類の乾燥について検討を行っている。本稿では、縞モードたわみ振動板といくつかの布を平行反射板として用いて比較的定在波比の高い定在波音場を形成し、水を含んだ布を乾燥した場合の、乾量基準含水率について検討を行った。
- ◆乾燥実験は、縞モードたわみ振動板と水を含んだ布(乾量基準含水率 150%)、及び垂直反射板を用いて比較的定在波比の高い定在波音場を形成させて行った。乾燥試料である布は素材の異なる布(綿、ウール、ナイロン)の3種類を用いた。Fig. 1は乾燥実験の結果である。図より、超音波を照射していない場合の乾燥は布の素材によって異なるが、超音波を照射した場合はいずれの布も速くなることがわかった。

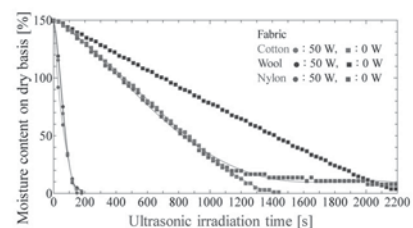


Fig. 1. Relationship between ultrasonic irradiation time and moisture content on dry basis.

1-R-22

1-R-22 斜めスリット付き一様棒を用いた複合振動源の振動特性

Vibration characteristics of the complex vibration source using a uniform rod with diagonal slits.

☆三枝直樹, 浅見拓哉, 三浦 光 (日大・理工)

- ◆我々は超音波振動を接合に用いた場合における接合強度の向上を検討している。従来の超音波接合は一方方向の直線状が多く、接合強度が小さい等の問題があった。そこで縦振動子とねじり振動子から構成される複合振動源が開発されたが、ねじり振動子の自由度が小さい。
- ◆本稿ではねじり振動を得るための方法として、Fig. 1に示すような

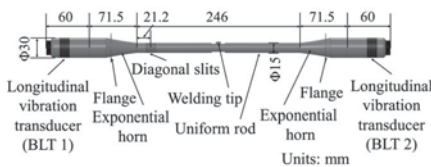


Fig. 1. Outline of the complex vibration source.

2つの縦振動子と斜めスリット付き一様棒を用いた複合振動源の振動特性について検討した。

- ◆Fig. 2 は接合チップの先端における振動軌跡の結果である。両振動子にそれぞれ縦またはねじり振動共振周波数を同時に入力した場合、面状振動軌跡が得られることが分かった。

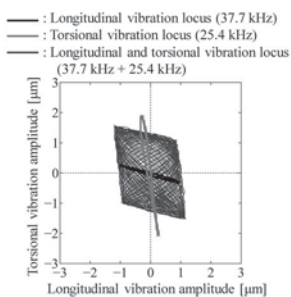


Fig. 2. Each vibration loci.

1-R-24

1-R-24 進行波音波が励振されるパイプ端面付近の音響放射力分布特性*

Characteristics of acoustical radiated power from a pipe generated damped travelling wave.

高野 剛浩, 田村 英樹 (東北工大), 青柳 学 (室蘭工大)

- ◆振動減衰が大きな材料で作られるパイプの一端を励振すると、パイプの長手方向に振幅が減衰しながら伝播する減衰進行波が生じ、この進行波によってパイプ内気柱にも進行波音場を励振され、パイプ端部から放射される。
- ◆このパイプ端部に反射体を置き、微小物体をその間に挿入すると微小物体はトラップされる。
- ◆電子天秤の天秤皿を反射体とみなし、パイプ端と反射体間の距離を変えて天秤の指示を読み取った。(Fig.1)
- ◆反射体が“物体が安定にトラップされる”位置にあるときに放射力は大きくなり、その値(図中の点A)はトラップ物体の重さに影響を受けることを示した。(Fig.2: PEEK pipe, Fig.3: PC pipe.)

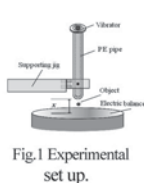


Fig.1 Experimental set up.

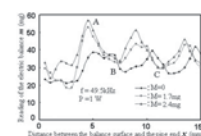


Fig.2 Acoustical radiated power distributions near PE pipe end.

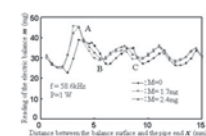


Fig.3 Acoustical radiated power distributions near PE pipe end.

1-R-23

1-R-23 極強力空中超音波によるソフトマテリアル表面の非接触局所加熱

Non-contact local heating on soft material surface using very high-intensity aerial ultrasonic sound wave

☆菱沼 真志, △小泉 光希, 大隅歩, 伊藤洋一(日大・理工)

- ◆強力超音波照射によるエネルギーを利用した技術に、HIFUによる癌治療やサーモソニック法を利用した非破壊検査がある。
- ◆これらの応用技術の一つとして、強力空中集束超音波を利用した非接触加熱技術がある。集束音波を利用する場合、音波を任意の位置に適切に照射することはデバイスの構造上難しい。また、集束音波のサイドロープの影響により、目的以外の場所も加熱される恐れがある。
- ◆本研究では音響導波路を利用することで音波を局所的に照射して、非接触加熱する方法を提案している。
- ◆本報告では、細い円筒形の音響導波路を利用した強力空中超音波(20kHz)によるソフトマテリアルの局所加熱について、実験的に検討を行っている。

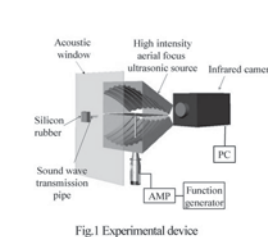


Fig.1 Experimental device

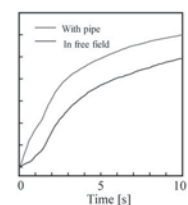


Fig.2 Relationship between difference of temperature rise on sample surface and irradiation time

1-R-25

1-R-25 強力空中超音波励起による高調波ガイド波の伝搬特性

Propagation characteristics of harmonic guided waves by high-intensity aerial ultrasonic excitation

○山田健太, 大隅歩, 伊藤洋一(日大・理工)

- ◆点集束強力空中超音波(40 kHz)による弾性波源走査法を利用した材料内部の欠陥を検出する方法について基礎検討を行っている。
- ◆本報告では、音波の非線形性により発生する減衰材中の高調波ガイド波を長距離伝搬させた際の伝搬特性について検討を行った。
- ◆その結果、減衰材であっても100 kHz以上の高調波ガイド波は数100 mmの伝搬が可能であることが確認できた。

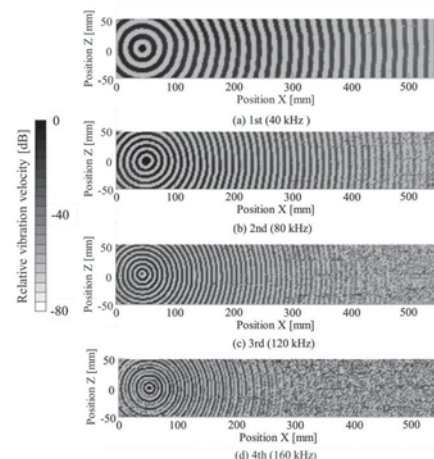


Fig.1 Distribution of vibration velocity (40~160 kHz)

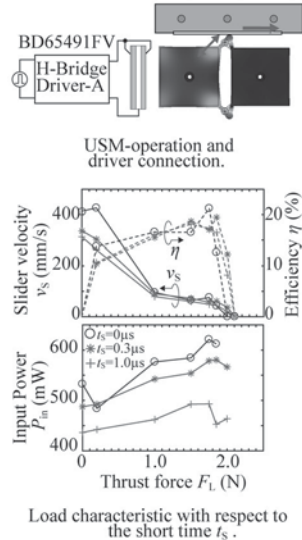
1-R-26

1-R-26 リニアUSMのスイッチング駆動時の
駆動電流波形歪み改善による特性評価
- 正方板リンク形単相駆動超音波モータ(17) -

Experimental evaluation to reduce the driving current wave distortion for the linear USM using switching drive.

☆石黒 遼, 田村 英樹, 高野 剛浩 (東北工業大学)

リニア USM をスイッチング駆動において単純に駆動電圧の極性を切り替えた際に生じる駆動電流波形歪みの対策として駆動側電気端子を短絡させる電荷放電処理の導入により波形歪みを緩和した。しかし電荷放電処理の導入による最大推力の低減などが懸念される。従って電荷放電処理を導入した際の入力電力、駆動電流波形の高調波歪み率 THD、負荷特性を実験的に評価した。その結果入力電力が低減するが駆動電流波形の歪み率が低減することがわかった。また負荷特性については入力電力の違いによるスライダの移動速度の差が見られるが最大推力や効率ほぼ同等の特性となった。



Load characteristic with respect to the short time t_s .

1-R-28

1-R-28 ドプラー変化を応用した
水温分布の測定に関する研究

Study on measurement of water temperature distribution using Doppler effect

☆吉口将人, 小笠原光子, 森和義(防衛大)

◆速度 v_s で移動する発音体 (周波数 f) により生じるドプラー変化量 Δf が発音体付近の音速 c_s に依存することを利用し、ドプラー変化により水温プロファイルを取得する技術の実現可能性について検討を行った。

$$\Delta f = \left(\frac{v_s}{c_s}\right) \cdot f$$

◆水槽実験を行い、等温下及び温度勾配の存在する環境下で計測したドプラー変化量と水温計から計算した理論上のドプラー変化量との比較を行った。

◆Fig.1 は等温下での水槽実験の結果であり、周波数 20 Hz に対し理論値との誤差は約 3.1×10^4 Hz, 振幅幅約 1.3×10^4 Hz で計測した。

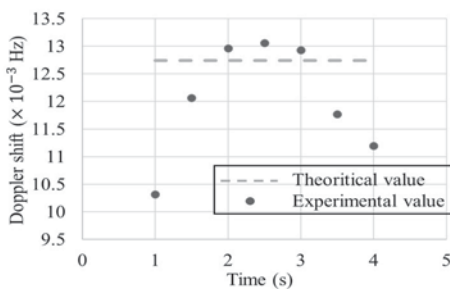


Fig.1: Result of experiment under isothermal conditions

1-R-27

1-R-27 機械学習を利用した水中物体の検知及び
追従に関する実験と解析

Experiment and analysis on detection and tracking of underwater objects using machine learning

☆篠田瞭太, 太田和彦(金工大・工)

- ◆音響信号を用いたROV(Remotely Operated Vehicle)の遠隔操作を実現するためには、USV(Unmanned Surface Vehicle)が中継器となり ROV を追従する必要がある(Fig.1)。本実験では、USV(Fig.2)による ROV の追従を実現するため、魚群探知機を用いて取得した音響画像から ROV を識別する方法を検討した。
- ◆魚群探知機を使用して得た音響画像を画像処理し、塩ビパイプ、ROV、壁の音響画像を取得した。それらの画像を、機械学習を用いて画像分類し識別精度を評価した。
- ◆結果として、取得した画像を、閾値処理を用いて2値化することで残響は低減され、その後、ピクセルサイズを考慮して対象物体のみを抽出すること(Fig.3)で、水中物体の識別精度が向上した(Fig.4)。

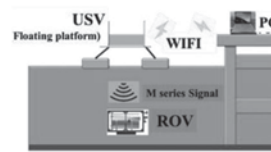


Fig.1 ROV Remote Control System

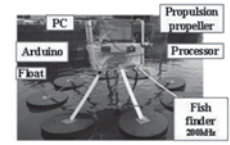


Fig.2 USV (Unmanned Surface Vehicle)

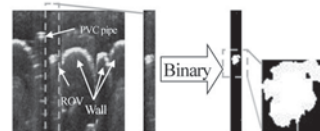


Fig.3 Image processing

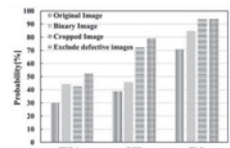


Fig.4 Probability of image classification

1-R-29

1-R-29 虚像音源を利用した
時間反転波に関する基礎的実験

Basic experiment of time-reversed waves using virtual image sound sources

☆星光貴, 太田和彦(金工大・工), △西岡圭太(金工大・基礎教育)

- ▶時間反転波を利用した音響通信を行うには、複数の送受波器が必要となるが、実海面においてはこれらの展開作業やコストが負担となる。このため、極浅海域のようなマルチパス環境下での海面・海底反射波を利用した TRM 効果を調べるため、ループ状にした鉄製角管内 (Fig.1) と屋外での浅い人工池 (Fig.2) を用いて基礎的実験を行った。
- ▶一対の送受波器のみを用いた時間反転波でも、複数反射波の存在により収束した波束が存在することを受信波形から確認した。

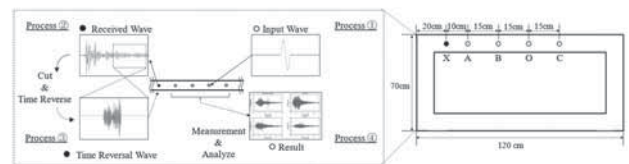


Fig.1 Experiment in closed-loop iron duct

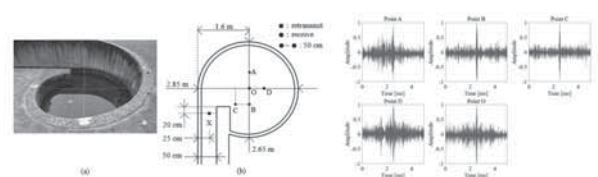


Fig.2 Experiment in artificial pond