

2-1-1

2-1-1 補助フィルタの出力を利用する2次系推定参照信号の振幅見積り法

A method of evaluating the amplitude of the reference signal for estimating the secondary path

○藤井健作(コダウェイ研), △棟安実治(関西大), 菅木禎史(千葉工大)

Filtered-x LMS 法を適用した騒音制御システムを発散させない対策として2次系の常時推定が有効である。しかし、そのためには推定用参照信号が周囲騒音や残留騒音に埋もれて知覚されないことが求められる。このうち、残留騒音はシステムが送出する騒音であることから、騒音制御の目的からして参照信号は周囲騒音よりも残留騒音に埋もれ、知覚されないことが望ましい。このことから考えれば、騒音制御性能が十分でない場合は残留騒音が周囲騒音よりも優勢となることから、参照信号の大きさは誤差マイクロホンの出力を利用して問題はないと言える。

本報告では、制御性能が高く、残留騒音が周囲騒音よりも小さくなる場合を検討の対象としている。この場合、誤差マイクロホンの出力から残留騒音の大きさを推定する必要がある。その推定に連立方程式法で用いられる補助フィルタを利用する。この補助フィルタは騒音検出マイクロホンから誤差マイクロホンまでを未知の系 $S(z)$ として

$$S(z) = P(z)H(z)C(z)$$

を推定する。ここで、 $P(z)$ は1次系、 $H(z)$ は騒音制御フィルタ、 $C(z)$ は2次系を表す。この式の構造から明らかのように補助フィルタの出力は残留騒音に対応する。本報告では、この補助フィルタの出力の定数倍を2次系推定用参照信号の大きさとする方法を提案し、その効果をシミュレーションで検証した結果を示している。

2-1-2

2-1-2 同軸オフセット 2-way ユニットによるオープンイヤーヘッドホンのANC制御帯域拡大 Expanding the ANC control bandwidth for open-ear headphones using coaxial offset 2-way unit.

◎千葉大将 (NTT), 豊岡祥太 (関西大), 鎌土記良, 加古達也, 伊藤弘章, 野口賢一 (NTT)

- ◆オープンイヤーヘッドホンにおける能動騒音制御(ANC)では、耳を塞ぐヘッドホンが筐体構造で抑圧する 1 kHz 以上の騒音抑圧効果を、ANC の制御帯域を拡大することで実現する必要がある。
- ◆省演算量の ANC システムとして、ウーファ前方にツイータが配置された同軸オフセット 2-way ユニットを利用し、ウーファとツイータで異なる周波数帯域を制御することで、二次音源の音響的遅延と機械的遅延を削減して ANC の制御帯域を拡大する手法を提案する。
- ◆評価の結果、提案法は 1 kHz 以上の広い帯域で高い騒音低減性能を示すことを確認した。

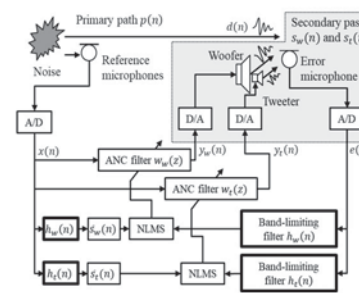


Fig. 1: Proposed ANC system using coaxial offset 2-way unit and band-limiting filters.

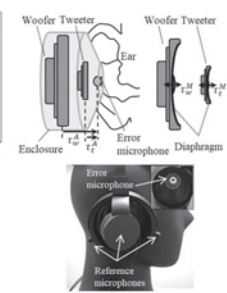


Fig. 2: Coaxial offset 2-way unit (top) and the open-ear headphone with reference and error microphones.

2-1-3

2-1-3 2つの補正フィルタを用いたリモートマイクロホン法に基づくハイブリッド ANC システムに関する検討

Study on Hybrid Active noise control System Based on Remote Microphone Method with Two Compensation Filters

◎豊岡祥太, 梶川嘉延(関西大)

- ◆ANC システムは騒音に対して同振幅、逆位相の擬似騒音を生成し、騒音と重ね合わせることで騒音低減を行うシステムである。
- ◆本稿では、2つの補正フィルタを用いることで、騒音制御フィルタが最適解に収束するような、リモートマイクロホン法を用いたハイブリッド ANC システムを提案する。
- ◆提案システムでは、参照マイクロホンで取得される広帯域騒音と、誤差マイクロホンのみで観測される狭帯域騒音が混在する所望信号を、それぞれの成分に分離するようなフィルタを用いる。
- ◆分離された信号に対して適切な補正フィルタを重畳することで、所望地点の騒音を正確に推定可能である。
- ◆Fig.1 に、所望地点における騒音低減量を示す。提案システムでは、約 20dB の騒音低減効果が得られた。

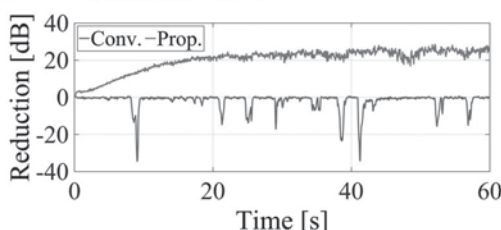


Fig.1: Noise reduction at the desired position.

2-1-4

2-1-4 FET 内蔵エレクトレットコンデンサマイクロホン (ECM) の平衡信号出力について

A study and some trials on balanced signal output from Electret Condenser Microphone (ECM) having internal FET

○木村教夫

- これまでエレクトレット MEMS マイクロホンの平衡信号出力(正負の(互いに逆相の)信号)について報告している。本稿では ECM から平衡信号出力を得る試行結果を報告する。Fig1 に示す配置の ECM 試験サンプルによる公知の技術構成を模した試行及び ECM とトランスインピーダンスアンプ(以下、「TIA」)の結合検討の解析及びシミュレーション上では「ミラー効果の容量増が見られない」を示し、試験用マイクロホンで試行した。

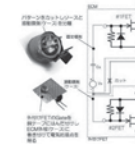


Fig.1 Test sample configuration for balanced signal output based on publicly known(well-known) technology

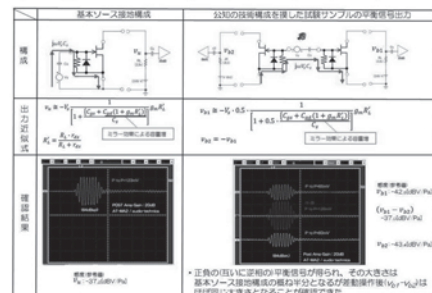


Fig. 2 Test results of balanced signal output based on publicly known(well-known) technology

2-1-5

2-1-5 水ストレス評価を目的とした 葉の音圧周波数特性の経時変化観察

Time variation of leaf vibration characteristics to water stress evaluation

☆仁木さくら, 安藤毅(千葉工大・工)

- ◆植物葉の水分量減少による厚さや密度、硬さの変化に伴い、音圧周波数特性にも変化が生じる。
- ◆本研究では、植物の水ストレス状態の評価を目的とし、骨伝導振動子を用いて葉を加振し、その際の音圧周波数特性 (Fig. 1) の経時変化を観察した。
- ◆その結果、灌水停止からの時間経過に伴い、葉の固有振動数の低下が確認された (Fig. 2)。よって、葉の音圧周波数特性の測定によって、水ストレス評価が可能であることが示された。
- ◆提案手法は、非破壊的、直接的、リアルタイム性を満たす測定手法である。そのため本手法は、適切な水ストレス状態の評価と管理による、農作物の品質向上に寄与することが期待される。

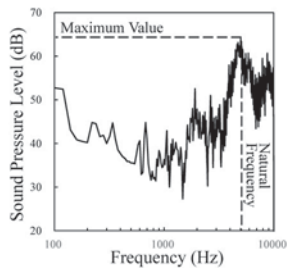


Fig. 1: Leaf vibration characteristics (pothos).

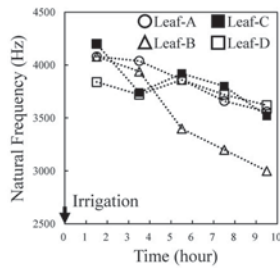


Fig. 2: Transition of leaf natural frequency under stopping irrigation.

2-1-7

2-1-7 観測信号に適応したグラフを自動生成して用いる 木構造 IVA

Tree IVA using automatically generated graph adapted to observed signal

◎ 岸本麗央 (農工大), 松本和樹 (早大), 矢田部浩平 (農工大)

木構造 IVA (第 152 回 研究発表会で発表)

木構造に基づいてグループ分けした周波数インデックスで階層的なスパース性を考慮する音源分離手法

前回 完全二分木で周波数インデックスを階層的に二等分

- ▶ 従来の IVA より高い分離性能 (Fig. 1: 左)

課題 主要な周波数成分の帯域を十分に反映できない

提案 観測信号に適応した木構造の自動生成

- ▶ 完全二分木 より高い分離性能 (Fig. 1: 右)

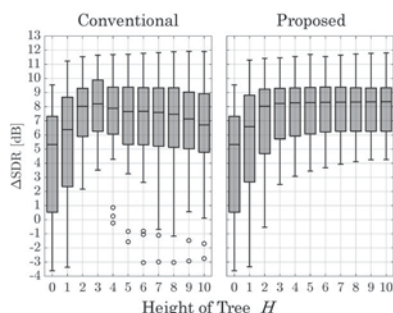


Fig. 1 ΔSDR of Tree IVA using ADMM after 1000 iterations

2-1-6

2-1-6 優決定 BSS における白色化の性質を用いた ADMM アルゴリズムの高速化

Acceleration of ADMM-based determined BSS by using property of whitening

◎ 渡會博子 (農工大), 松本和樹 (早大), 矢田部浩平 (農工大)

- ◆我々は以前、ADMMに基づくBSSアルゴリズムを提案
 - ▶ 音源モデル設計の自由度の高さを維持しながら、PDSに基づく手法の高速化を実現
 - ▶ しかし、ADMMは補助変数が多いほど収束が遅くなる
- ◆本稿では、白色化の性質を用いることで、補助変数を削減したADMM-BSSアルゴリズムを導出
 - ▶ 従来のADMM-BSSの高速化・分離性能向上を実現
 - ▶ IP及びISSに基づく補助関数法と同等の収束速度

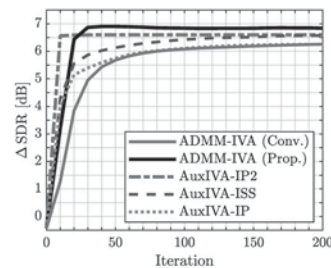


Fig. 1: Average separation performance per 10 iterations

2-1-8

2-1-8 基底分解に Early Stopping を適用した ケプストラム基底分解型 独立低ランク行列分析

Cepstram-basis-decomposed independent low-rank matrix analysis applying early stopping to basis decomposition.

☆大島風雅, 中山仁史(広島市大院)

- ◆独立低ランク行列分析 (ILRMA) は楽器信号の分離性能が高い一方で、音声信号の分離性能にはばらつきが存在
- ◆ケプストラム基底分解型 ILRMA (CBD-ILRMA) は音源モデルの基底行列を分解して低ケプレンシ成分のみをモデリングすることで音声分離における局所最適解を回避
- ◆本稿では一定の反復最適化を終えたとき、基底行列の分解に Early Stopping (ES) を適用することで CBD-ILRMA の性能向上を図る
- ◆実験から、ES の適用による分離性能の向上が確認された

Table 1: Speech source separation performance for conventional ILRMA, CBD-ILRMA and proposed CBD-ILRMA

method	lifter	Number of bases					
		5	10	20	40	60	80
conv. ILRMA	-	9.77	10.29	10.22	10.42	10.08	10.23
conv. CBD-ILRMA	5	11.92	12.86	13.23	12.35	13.11	12.65
ES50		11.19	14.50	15.58	15.32	15.52	15.14
ES100		11.40	15.07	14.85	14.78	14.67	14.72
ES150		11.82	14.42	14.44	14.19	13.57	13.69

2-1-9

2-1-9 空間正則化付き独立低ランク行列分析のための補助関数型ステアリングベクトル推定法における補助関数の改良

Improvement of Auxiliary Function in Auxiliary-Function-Based Steering Vector Estimation Method for Spatially Regularized Independent Low-Rank Matrix Analysis

☆平田爽太, 高宗典玄, 山岡洗瑛(東大), 北村大地(香川高専), 猿渡洋(東大), 高橋祐, 近藤多伸(ヤマハ)

- ◆我々はこれまでに、音源分離手法である空間正則化付き独立低ランク行列分析において既知とされてきた音源のステアリングベクトル(SV)を分離行列と同時に推定することを目的として、majorization-minimization (MM) および majorization-equalization (ME) アルゴリズムに基づくSVの更新式を導出した。
- ◆MM・MEアルゴリズムにおける補助関数には設計の自由度が存在することから、本研究では、元のコスト関数からの乖離度に着目して新しい補助関数を設計し、新しいSVの更新式を導出する。
- ◆提案する補助関数が従来の補助関数よりも常に元のコスト関数からの乖離度が小さく、各反復の更新幅が大ききことを証明する。
- ◆数値実験により、新しい補助関数に基づく更新式が従来の補助関数に基づく更新式よりも高速な収束をもたらすことを確認した。

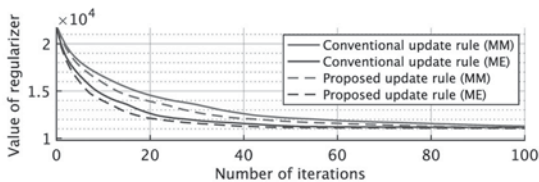


Fig.1: Values of regularizer for each algorithm.

2-1-11

2-1-11 分散マイクロフォンアレイを用いたスポットフォーミングにおける空間フィルタと時間周波数マスクの同時最適化

Joint Optimization of Spatial Filters and Time-Frequency Masks in Spotforming with Distributed Microphone Arrays

◎関 健太郎(サイバーエージェント/東大), 李 莉, 関 翔悟(サイバーエージェント), 山岡 洗瑛(東大)

- ◆単一のマイクロフォンアレイを用いたビームフォーミングは目的音源と同方向の雑音源の抑圧が困難である。
- ◆複数のアレイを使用した位置選択的音声強調の実現に向けて分散マイクロフォンアレイを用いたスポットフォーミングが研究されている。
- ◆本研究ではブラインド音声強調の枠組みに基づいてスポットフォーミングにおける空間フィルタと時間周波数マスクのパラメータを同時最適化する手法を提案する。

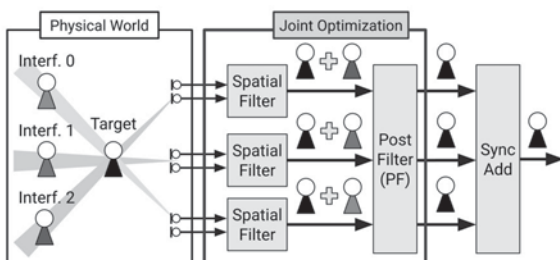


Fig. 1: Flowchart of the proposed method.

2-1-10

2-1-10 DP マッチングに基づく分散録音のブラインド同期とブラインド音源分離への応用

Blind synchronization of distributed recordings based on dynamic programming matching

☆竹内駿人, 河村隆生, 小野順貴(都立大), 荒木章子(NTT)

- ◆目的
 - サンプリング周波数オフセット (SRO) やデータの欠損が生じた録音信号からブラインドに同期信号を生成する手法を提案し、ブラインド音源分離の前処理として適用する。
- ◆手法の概要
 - 各録音信号の短時間フレームに DP マッチングを適用することでフレーム間の対応関係を推定する。
 - 求めた対応関係に基づいて欠損区間を推定し、欠損区間前後でそれぞれ SRO 補償を行うことで同期信号を生成する。
- ◆実験
 - 2チャンネル2音源のシミュレーション実験において、SRO とデータの欠損が生じた録音信号を同期し、ブラインド音源分離を適用することで未処理に比べて性能が改善することを確認した。
 - 同期処理が有効に働いたことが要因だと考えられる。

Table 1: Average SI-SDR [dB]

	Block A		Block B	
	src1	src2	src1	src2
BSS w/ sync.*	4.75	6.85	10.57	12.44
BSS w/ sync.	3.73	5.53	6.55	8.75
BSS w/o sync.	-1.75	-0.002	-8.89	-2.64
Mixture	-2.20	2.25	-1.61	1.64

2-1-12

2-1-12 マイクロホンアレイを用いた音源数未知の Bayesian Off-grid DoA 推定

Bayesian Off-grid DoA Estimation with Unknown Number of Sources Using Microphone Array.

◎泉悠斗, 石塚健治, 高橋祐(ヤマハ)

- ◆マイクロホンアレイを用いて収録したインパルス応答を基に、方向グリッドに依存しない音の到来方向推定手法を提案する。
 - ◆ベイズ推論に基づいて音源の方向および音圧に確率分布を設定し、VBEM (Variational Bayesian Expectation Maximization) アルゴリズムによってそれらを同時に推定する。
- $$p(\boldsymbol{\mu}|\boldsymbol{\mu}_0, \boldsymbol{\kappa}_0) \sim \prod_{k=1}^K \text{VMF}(\boldsymbol{\mu}_k|\boldsymbol{\mu}_{0,k}, \boldsymbol{\kappa}_{0,k})$$
- $$p(\mathbf{a}|\mathbf{a}_0, \boldsymbol{\Gamma}_0) \sim \prod_{k=1}^K \text{CN}(a_k|\mathbf{a}_{0,k}, \boldsymbol{\gamma}_{0,k})$$
- ◆音源数は未知であるとし、事後分布の平均や分散を考慮して音源数を調整するアルゴリズムを組み込む。
 - ◆幾何音響シミュレーションを用いて、提案手法が方向グリッド上にない音の到来方向を推定できることを確認した。

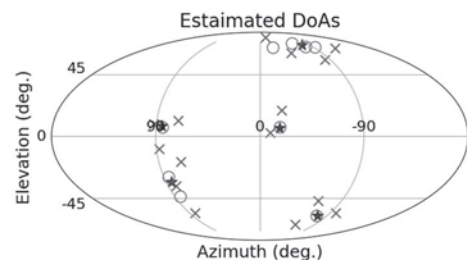


Fig.1: Estimated directions of arrival (☆: Truth, X: Sparse DoA estimation, ○: Proposed)

2-1-13

2-1-13 多素子フォトダイオードを用いた 光波マイクロホンの 信号強度勾配による音到来方向推定

Estimation of Sound direction from the Signal intensity gradient of an Optical wave microphone using a Multi-element Photodiode

☆上田成龍, △光木文秋(熊本大), △佐松崇史, △園田義人(東海大)

- ◆光波マイクロホンは、レーザビームによって非接触で音波を検出するマイクロホンである。音波による光の位相変調によって生じた回折光を、光検出器であるフォトダイオードで検出することで音を観測する。この回折光像は、音波の入射方向に依存して変化することがわかってる。
- ◆本研究では、回折光像の変化から音到来方向を推定するため、専用設計した円環状フォトダイオードアレイを光検出器として用いて、回折光の強度を複数点においてリアルタイムで測定した。
- ◆測定した強度分布について非線形フィッティングを行い、得られたパラメータから音入射角度を算出した。推定結果と実際の音方向を比較し、提案手法の有効性について検討する。

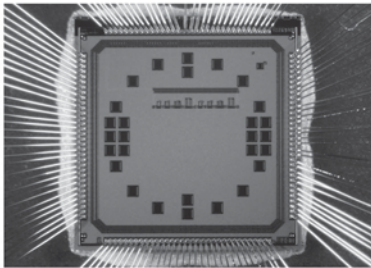


Fig.1: Uniquely designed circular array multi-element photodiode.

2-2-1

ロボット対話においてロボットが持つべき推論機能と常識*
吉野幸一郎(東京科学大)

1 要旨

大規模言語モデルの登場以降、様々な形での(音声)対話システムが実現されつつある[?]. また、ロボットの対話応答生成だけでなく動作生成にも大規模言語モデルが活用されるようになり[?], 我々が生きる世界で対話を伴いつつ動作するロボットが急速に実現されつつある。これら技術の進展を踏まえてロボット対話研究のこれからの考えるとき、我々が次に考えるべき問題も変化しつつある。本講演では、これらの問題を既存のカスケード型音声対話のフォーマットに従い、「認識とグラウンディング」「制御と推論」「生成と常識」という3点から議論する。

大規模言語モデルにより様々なモジュールがそれぞれ動作するようになったことで、今後の研究においてはそれらの入力としていかに適切な情報を与えるかが重要となる。こうした選択の問題、あるいは選択を行う枠組みが、我々が普段「常識」と読んで覆い隠しているものに外ならない。今後のロボット対話の研究においては、これらをいかに言語化して扱うかがキーとなると考えている。本講演ではこれらの諸問題について提起すると共に、今後研究コミュニティが向かうべき方向について議論したい。

*Koichiro Yoshino (Institute of Science Tokyo)

2-1-14

2-1-14 直交畳み込み層による Conv-TasNet の 完全再構成性の保証

Guarantee of perfect reconstruction of Conv-TasNet with orthogonal convolutional layer

☆内田蓮, 矢田部浩平(農工大), 中村友彦(産総研)

背景: Conv-TasNet の信号の再構成

- 従来の Encoder と Decoder の組は完全再構成性を保証しない
- ▶ マスキングしない場合でも入力信号を変化させる

提案: 信号の完全再構成性を保証した Conv-TasNet

- 直交畳み込み層とその転置を Encoder と Decoder に用いる
- ▶ 構造的に信号の完全再構成性を保証

実験: 提案手法と従来手法を比較

- Encoder のインパルス応答長ごとに音声強調性能を比較
- ▶ 提案手法はインパルス応答長にロバスト
- Encoder の周波数特性を比較
- ▶ 提案手法の Encoder は従来手法の Encoder と似た周波数特性

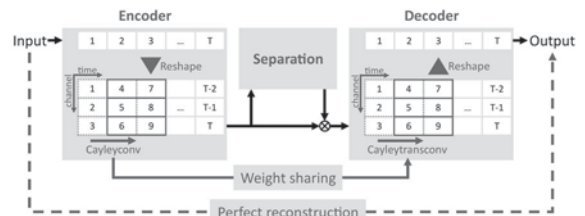


Fig. 1: Overview of the proposed method

2-2-2

2-2-2 集約的予測符号化に基づく音声言語創発に 向けて

Towards the Emergence of Spoken Language Based on Collective Predictive Coding

○谷口忠大(京大院・情報学研/立命館大・総科技研)

- ◆大規模言語モデルは人間が生み出した言語に基づき知的になる。一方で言語は人間のコミュニケーションや実世界協調などに基づき社会の中で創発してきた。
- ◆講演者は近年、言語/記号創発を支えるメカニズムとして集約的予測符号化という概念を提案してきた。これは自由エネルギー原理をはじめとした多様な理論との接点を有する。
- ◆本講演ではその基礎にふれると共に、音声言語創発につながる関わる成果を紹介する。

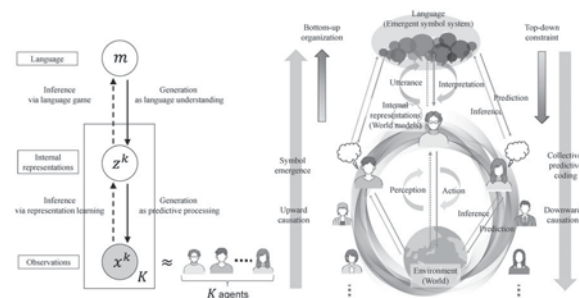


Fig. 1: Overview Collective Predictive Coding for Generative Emergent Communication

2-2-3

2-2-3 親子間における共感的コミュニケーションの脳内機構と言語獲得

Cerebral substrate underlying the empathic communication between parent and child and its relation to language acquisition

○皆川泰代(慶應義塾大)

- ◆ヒトの認知発達について実験、モデル化しそれらをロボットへ応用する認知発達ロボティクスの流れが90年代半ばから、始まっている。
- ◆本発表では言語獲得の発達認知神経科学研究から、良好な言語獲得のために必要な刺激(音声、視線や笑顔などの社会的信号)とそれらの理想的な相互性の形について検討した結果を図1からそれぞれ示す。
- ◆効果的な言語獲得は、養育者—乳幼児の共感的コミュニケーションが相互的に行われている形態であることを、社会的信号や随伴性の言語獲得での機能や重要性を考察しつつ示す。

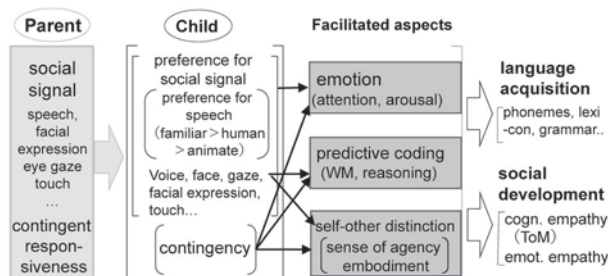


Fig. 1 Interactive communication between parent and child facilitates some cognitive aspects resulting in efficient language and social development. WM = Working memory, ToM = Theory of Mind

2-2-5

2-2-5 生成AIを用いたVR空間内3Dエージェントとのマルチモーダル対話システムの開発

Development of a multimodal dialogue system with a 3D agent in VR using generative AI

☆細谷 謙多(山形大・工), △関戸 陽士, 小坂 哲夫(山形大院・理工学研)

本稿は、VR技術を利用したマルチモーダル対話システムを構築し、従来のスクリーンに投影した2D表示のエージェントとのマルチモーダル対話システムとの比較を行う。本研究の目標は、よりリアリティのあるマルチモーダル対話の実現である。しかし従来、スクリーン上に投影した2Dのエージェントとのマルチモーダル対話が研究されており、実際の人間と対話している時と状況が異なっていた。本研究ではVR技術を利用することで、実際の人間と対話している時の状況に近づけて、よりリアリティのあるマルチモーダル対話を実現する。モダリティとして、音声、身体動作による対話を実現した。また、対話管理には生成AIを用いることで柔軟な対話を実現した。

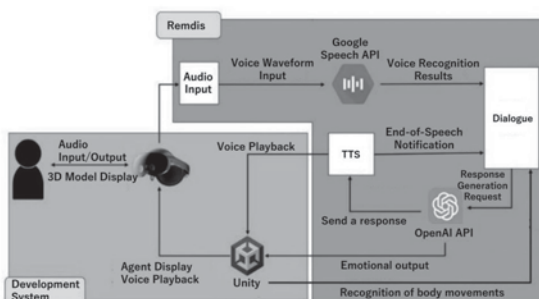


Fig. 1 System Overview

2-2-4

2-2-4 会話のできるロボットと身体を持った会話システム

Conversation for robot and robot for conversation

○小林 哲則(早大)

人と共生するロボット実現に向けた音声理解・対話技術の課題

- ◆音声情報処理視点：会話はリズム
 - 会話の利点は、文脈の共有に基づいて、極めて簡素な表現の交換によって情報伝達/共有できること。
 - 実現の鍵は会話のリズム。
 - リズムある会話の実現には、投機的な計画立案と計画遂行のタイミング管理に基づく新たな会話アーキテクチャが必要。
- ◆ロボット身体表現視点：会話機能実現における機種依存性の排除
 - 身体表現は会話における重要な脇役。情報は意識下で授受される。
 - 人型ロボットにおいては、機構の複雑化が引き起こす副作用(意図しない余計な印象)が問題。回避には、部品間オーケストレーションの方法論が必要。
 - 人型以外のロボットにおいては、独自表現で果たそうとする会話遂行上の役割の印象付けと、その定着のための方法論が必要。
 - 両者ともに、問題は機種依存性。
 - 機種に依存することなく会話向けの身体表現を生成するには、動きと印象、印象と会話機能—特に、会話プロトコル—の関連が蓄積された基盤モデルが必要。
- ◆共生視点：信頼関係の構築と心の交流
 - 言葉が伝えるものは、会話者相互の関係性が決める。信頼と尊敬・感謝をベースにした言葉の交流は、心の交流を生む。
 - 共生は人とロボットの関係構築の起点。共生を通じて信頼関係が構築できれば、それをベースにした言葉の交換を経て、心の交流につながる。
 - 心の交流は、会話ロボットが生み出す新たな価値。ロボットが共生によってまず目指すべきは、人との信頼関係。

2-2-6

2-2-6 YouTube上の対話動画の収集に基づく音声対話データセットの構築

Building a Spoken Dialogue Dataset Based on YouTube Dialogue Videos

☆佐藤 友紀(名古屋大院・情報学研),

高道慎之介(慶大/東大), 東中竜一郎(名古屋大院・情報学研)

- ◆音声対話システムの開発には大規模な音声対話コーパスが必要になるが、日本語の音声対話コーパスは十分ではない。
- ◆本研究では、YouTubeから対話を行っている動画を収集し、大規模な日本語音声対話コーパス「YouTube Dialogue Dataset (YODI)」を構築する。YouTubeは多様なジャンル、録音環境、話者による動画が公開されており、様々な自然環境下の音声対話データは音声対話システムの開発に利用可能であると考えられる。
- ◆コーパス構築では、まず、YouTube上から無作為に収集した動画に対して、メタデータ情報を用いた事前フィルタをかけた。次に、タイトル、字幕、概要を大規模言語モデルに与えて分類した。最後に、動画の音声をダウンロードし、音響情報を用いて対話区間の抽出を行った。
- ◆構築したコーパスは、大半が2話者対話であるものの、5話者以上のような多話者対話も多く含んでいる。また、非対話音声はほとんど含まれていない。このことから、多人数対話システムでの利用が期待される。また、100秒以上の対話を多く含んでおり、長時間の対話での利用も期待される。

2-2-7

2-2-7 Spolacq-GDS: 有限状態オートマトンと大規模生成モデルを用いた生成的対話シミュレータ

Spolacq-GDS: A Generative Dialogue Simulator Using Finite-State Automaton and Large Generative Models

☆豊崎玲音, △御厨洗貴, 淡島大晴, 川北晃太, 篠崎隆宏 (東京科学大)

- ◆音声言語の自動獲得を研究する上で、対話学習を再現可能な学習環境が求められている。しかし、従来の学習環境には、発話表現の多様性に対応できないことや、学習データの事前準備が必要であり、多様な対話ストーリーを柔軟に構成することが難しいという課題が存在した。
- ◆有限状態オートマトンで管理される場面に応じて、大規模生成モデルによる自然で多様な応答を生成する対話シミュレータ「Spolacq-GDS」を提案する。画像生成と音声合成により学習データ収録を不要とし、対話エージェントの汎用的な学習環境を提供する。
- ◆研究者間で共有可能な学習環境の提供により、音声言語獲得研究の進展促進が期待される。

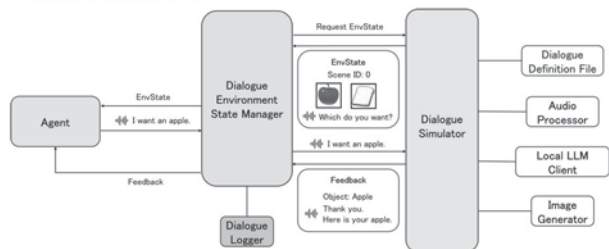


Fig1. Spolacq-GDS

2-2-9

2-2-9 Speaker-Disentangled HuBERT を用いた教師なし音節発見法の分析評価

Evaluation of an Unsupervised Syllable Discovery Method Using Speaker-Disentangled HuBERT

☆川北晃太 (Science Tokyo), △小松亮太 (独立研究者), 岡本拓磨 (NICT), 篠崎隆宏 (Science Tokyo)

- ◆ロボット知能が音声言語を学習するにあたり、音声言語を計算機上で扱いやすくした離散ユニット表現は有用である。
- ◆離散ユニット表現は、現状では疑似音素によるものが主流であるが、音素表現により音声言語を表現すると、その系列長が長くなるのが課題である。
- ◆したがって、より高次の言語単位 (音節や単語など) が求められる。
- ◆本発表では、提案された教師なし音節発見法「Speaker-Disentangled HuBERT(S5-HuBERT)」を、ベースラインを HuBERT として分析評価する。
- ◆分析評価は、音声表現発見法を用いて得られたユニット表現と持続時間長からもとの音声を再合成し、それを WER, CER, 自動 MOS 評価の3つの指標で調べることで評価する。
- ◆結果として、トークン列の1秒当たりの系列長を約1/9に改善しつつ、音声再合成を行えることを示した。(Table 1)
- ◆今後の課題として、音声合成における音質改善が挙げられる。

Table.1: Results for each evaluation index

Model	WER	CER	MOS	#Units/sec
HuBERT	0.30±0.29	0.14±0.18	1.87±0.49	36.7
S5-HuBERT	0.36±0.26	0.22±0.91	1.11±0.30	4.28

2-2-8

2-2-8 Spolacq-GDS を用いた音声言語獲得に関する予備実験

Preliminary Experiments on Spoken Language Acquisition using Spolacq-GDS

☆淡島大晴, 豊崎玲音, △御厨洗貴, 川北晃太, 篠崎隆宏 (東京科学大)

- ◆本研究では、既存の対話学習環境における「エージェントの発話の評価が固定文で行われる」などの課題に対応するため、新たに提案した対話シミュレータ「Spolacq-GDS」を用いた予備実験を行った。
- ◆実験では、従来環境で行われていた Food Task を再現した。このタスクでは、AI エージェントに与えられた色の嗜好性に基づき、2つの食べ物画像から1つを選択し「I want an apple」のように発話する。Spolacq-GDS では、従来の事前に用意された画像と固定の正解文による評価を、画像生成 AI と大規模言語モデルを用いた柔軟な評価に置き換えている。
- ◆実験の結果、Spolacq-GDS 環境で学習したモデルは従来(Spolacq)と同等の学習性能(Fig.1)を達成した上で、より自然で多様な発話表現の生成を可能にすることが確認された。

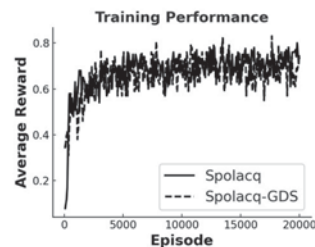


Fig.1: Evolution of average episode rewards during training

2-2-10

笑い出し制御に向けた speech-laugh 合成モデルの検討

The study of speech-laugh synthesis for controlling laughing onset

☆瀬戸口 遼, 有本 泰子 (千葉工大)

- ◆背景: Speech-laugh は発話中に突然笑い出すため、speech-laugh 合成では、笑いを伴わない発話中に speech-laugh が始まるタイミングである笑い出しの情報を付与して合成する必要がある
- ◆目的: 笑い出しを制御可能な speech-laugh 合成モデルの構築
- ◆分析: Speech-laugh 合成において speech-laugh や発話を示すそれぞれの専用の音素を用意して学習
- ◆結果: 自然性の評価では closed 条件で合成した speech-laugh は人の声に近い評価であり、笑いらしさの評価では合成条件に関わらず speech-laugh が発話に比べ、有意に評価値が高かった
- ◆考察: 笑いらしさの評価では合成条件に関わらず、speech-laugh の特徴である声の震えや息の吹き出しが認識できる音声の評価が高かったため、speech-laugh 合成ではこれらの特徴を再現できた

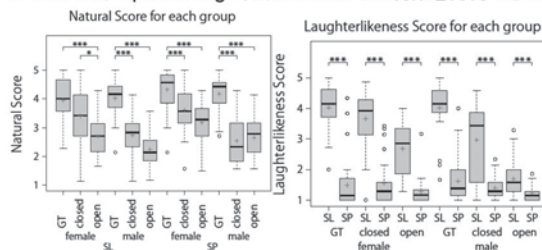


Fig.1: The Result of objective evaluation for each group (Left: Natural Score, Right: Laughterlikeness Score)

2-2-11

2-2-11 データ拡張による叫び声合成の表現性向上に向けた叫び声の話者変換に関する研究

Effect of data augmentation using speaker conversion on the expressiveness of scream synthesis

☆白鳥恵大, 瀬戸口遼, 有本泰子(千葉工大)

- ◆背景: 自然で表現豊かな音声対話の実現に向けて, 対話中の突発的に表出された叫び声を合成することを目指す

問題点:

- 叫び声は日常場面でも出現頻度の低い音声現象である
- 叫び声の出現数が少なく表現が限定的であるため, 加工処理によるデータ拡張をしても叫び声の表現を十分に学習することは困難

- ◆方法: 別の話者の叫び声を話者変換して, 合成対象話者の叫び声をデータ拡張することを提案

- ◆目的: 叫び声合成に対する話者変換によるデータ拡張の影響を検証

- ◆結果: 話者変換によるデータ拡張 (conv) では叫び声合成の表現力の向上が見られた

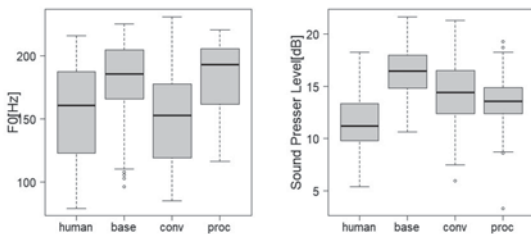


Fig.1: Intra-scream standard deviation of F0(left) and sound pressure level(right) for each condition

2-2-13

2-2-13 PRVAE-VC: 摂動抵抗を考慮した変分オートエンコーダによるノンパラレル多対多音声変換

PRVAE-VC: Non-Parallel Many-to-Many Voice Conversion with Perturbation-Resistant Variational Autoencoder

○田中宏, 亀岡弘和, 金子卓弘 (NTT)

近年, より豊かなコミュニケーションを実現する技術として, 音声の各特徴量を所望の特徴量へと変換する音声変換 (VC: Voice Conversion) が注目されている。中でも, 学習データの収集が容易であるノンパラレル音声変換が有力視されており, 例えば, 変分自己符号化器 (VAE: Variational AutoEncoder) を用いた VAE-VC が有名である。一方で, ノンパラレル音声変換では目標音声の不在により変換関数を直接最適化できないため, 高精度な変換関数を学習するために様々な改良が提案されている。

本稿では, 摂動耐性を考慮することで話者依存性の少ない音声表現の獲得を可能にした音声変換手法 (PRVAE-VC) を提案する。



2-2-12

2-2-12 歌声合成に適した Neural Audio Codec 構成法の検討

A neural audio codec training method for singing voice synthesis

☆高木真人, 西原美玖, 法野行哉, 橋本佳, 南角吉彦, 徳田恵一 (名工大)

◆背景

- Neural Audio Codec (NAC) を用いた音声合成手法が注目。
- しかし, 歌声合成に最適化された NAC の検討は不十分である。
- 特に基本周波数 (F0) の制御性の点で課題が存在する。

◆提案手法

- F0 情報の導入では, 十分な F0 制御性の獲得は困難。
- 周期信号の導入で NAC における十分な F0 制御性の獲得を目指す。

◆実験結果

- 提案手法においてシフトした F0 に忠実な音声の生成が可能。
- 学習データに歌声を含めることでより高い F0 シフトにも適応。

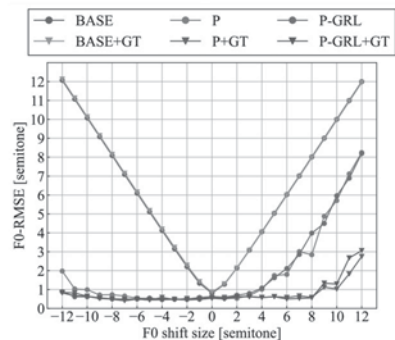


Fig.1: Objective evaluation of the fundamental frequency by F0-RMSE

2-2-14

2-2-14 FastVoiceGrad: 敵対的条件付き拡散蒸留を用いたワンステップ拡散モデル声質変換

FastVoiceGrad: Adversarial Conditional Diffusion Distillation for One-step Diffusion-Based Voice Conversion

○金子卓弘, 亀岡弘和, 田中宏, 近藤祐斗 (NTT)

- ◆VoiceGrad などの拡散モデルベースの声質変換モデルは, 高品質・高話者類似度の音声を生成可能で近年注目を集めている。

- ◆しかし, 推論には逆拡散処理を繰り返し実行することが必要で, 変換が遅いことが課題であった。

- ◆この課題を解決するため, 本研究では, **FastVoiceGrad** と呼ぶワンステップで高品質な変換が可能な新たな拡散モデルベースの声質変換手法を提案する。

- ◆評価実験では, **FastVoiceGrad** は, **30 回の逆拡散処理を行った VoiceGrad** と同等の音声品質および上回る話者類似度を実現しながら逆拡散処理のステップ数を 1 回に低減できることを示す。

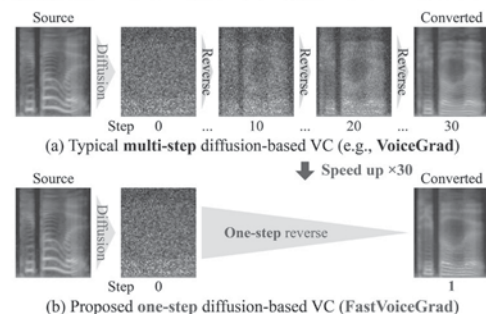


Fig.1: Comparison of VoiceGrad (previous) and FastVoiceGrad (proposed).

Audio samples: <https://www.kecl.ntt.co.jp/people/kaneko.takuhiro/projects/fastvoicegrad/>

2-2-15

2-2-15 ニューラルトランスデューサーに基づく声質変換の学習高速化に向けた事前学習

Pre-training neural transducer-based voice conversion for faster convergence

◎金川裕紀, 森谷崇史, 井島勇祐 (NTT)

- ◆VC-T:ニューラルトランスデューサー(RNNT)に基づく声質変換(VC)
 - Seq2Seq VC 同様、話速も含めてモデル化できる 😊
 - Seq2Seq VC で課題のアライメント破綻も起きない 😊
 - 学習時の計算量が大きく、収束に時間がかかる 😞

◆(提案法) 収束を早めるための VC-T の事前学習含む学習パイプライン

ステージ 1) DTW で入出力のスペクトルの系列長を揃えておき、
シンプルな L1 損失で VC-T を事前学習

- ・少ない計算量で、有望な VC-T の初期値を獲得
- ・スペクトルの再現性はここで担保

ステージ 2) 事前学習で得た初期値から VC-T をファインチューン

- ・主にアライメントの学習、そしてスペクトルの精緻化を実施

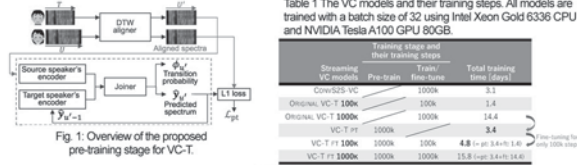


Fig. 1: Overview of the proposed pre-training stage for VC-T.

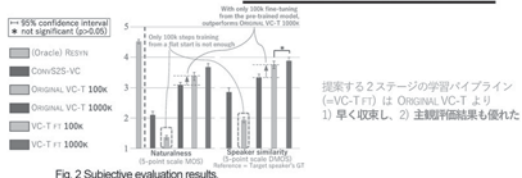


Fig. 2 Subjective evaluation results.

2-4-1

2-4-1 音像の距離定位における頭部運動の効果

Influence of head movement on distance localization of sound image

◎森川大輔, モクタリ パーハム(富山県立大)

- ◆音像の距離知覚に頭部運動が与える影響を明らかにすることを目的として、3段階の受聴レベルの刺激音を用いた音像の距離定位実験を頭部静止条件と頭部運動条件で行った。
- ◆頭部運動条件の方が音源距離と知覚距離の差が小さい結果が多く、受聴レベルによる回答結果の差も頭部運動条件の方が小さくなった。
- ◆頭部運動を行う事で音像の知覚距離が正確になることがわかった。

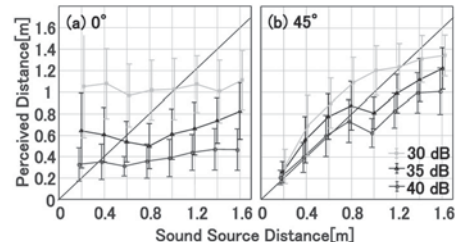


Fig. 1: Result of sound localization for head-still conditions

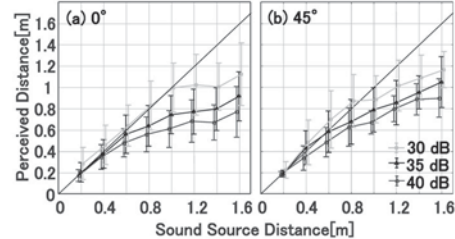


Fig. 2: Result of sound localization for head-moving conditions

2-4-2

2-4-2 4 kHz 以下の頭部伝達関数における後方知覚の手がかり

Cue for rear sound image localization in the head-related transfer function below 4 kHz

◎中村風香(千葉工大・院), 飯田一博(千葉工大・先進工)

HRTF の 4 kHz 以下の帯域における後方知覚の手がかりを検討した。その結果を以下にまとめる。

- 118 耳介の前方と後方の HRTF の差を分析し、1 kHz 付近で後方は前方よりも卓越することを示した。また、この卓越周波数帯域(P0)は Blauert の後方の方向決定帯域と一致した。
- P0 が 4 kHz 以下の帯域で後方知覚の手がかりとして寄与するかを音像定位実験で検証した。P0 を除去することにより仰角誤差が増加し(Fig. 1), P0 の寄与を支持する結果となった。
- N1N2P1P2 で構成されたパラメトリック HRTF に P0 を付加することで ASW は狭くなり実測 HRTF の ASW に近づいた。

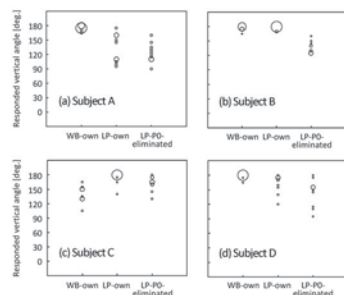


Fig. 1 Individual responses for subjects A-D to wide-band noise with own HRTF (WB-own), low-pass noise with own HRTF (LP-own), and low-pass noise with P0-eliminated own HRTF (LP-P0-eliminated) at 180°.

2-4-3

2-4-3 上昇角知覚の手がかりに関するノッチ・ピークモデルと方向決定帯域理論の統合仮説の提案

仮説の統合とノッチ・ピークモデルの再構築
A proposal of an integrated hypothesis of the notch-peak model and the directional band theory for the cues of vertical angle perception of a sound image - Integration of hypotheses and reconstruction of the notch-peak model -

◎飯田一博(千葉工大・先進工) 中村風香(千葉工大・院)

本稿では、まず正中間の前方、上方、後方に着目してノッチ・ピークモデルと方向決定帯域理論の統合を試みた。次に、対象を上半球正中間に拡張して上昇角知覚の手がかりに関する仮説を提案した。さらに、それに基づいてノッチ・ピークモデルを再構築した。結論を以下にまとめる。

- ノッチ・ピークモデルのピーク周波数は方向決定帯域と一致する。ノッチ・ピークモデルは方向決定帯域を包含するモデルといえる。
- 上半球正中間の上昇角知覚においては、音源の上昇角により周波数が連続的に変化する N1, N2 と、P1 および卓越周波数帯域が手がかりとして寄与していると考えられる(Fig. 1)。
- N1, N2, P1 と卓越周波数帯域を反映した P2, P0 で構成したノッチ・ピークモデルを提案した。

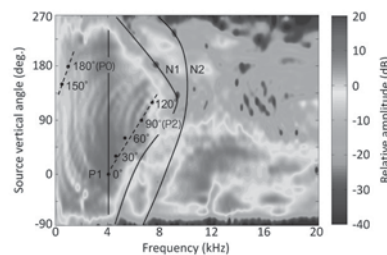


Fig. 1 Relationship between vertical angle of sound source and N1, N2, P1 (solid lines), and boosted band (dashed lines) in the HRTFs in the median plane.

2-4-4

2-4-4 水平面の音像定位を活用した認知性向上 -第1報 高さの異なる水平面の影響-

Cognitive Enhancement Using Sound Image Localization on Horizontal Surface
- Part 1: Influence of Horizontal Surface with Different Heights-
☆菅田康平(中央大院),
小暮知史, △丹野慶太(アルプスアルペイン), 戸井武司(中央大)

- ◆自動車室内における様々な音情報の認知精度向上を目的として、高さの異なる水平面の活用を検討する。
- ◆仰角 30° 水平面 H_Uと基準水平面 H_S, 俯角 30° 水平面 H_Lの3平面で方位角 30° 毎の12方向の頭部伝達関数の測定を行った。
- ◆白色雑音をアラーム音のように吹鳴させ、定常音と吹鳴周波数 2.6Hz の吹鳴音における各水平面の方向認知精度の違いを明らかにした。
- ◆俯角 30° における水平面 H_Lは他の水平面と比較して、ばらつきは小さく、平均誤差角度も小さくなり、方向認知精度が良い傾向が明らかとなった。

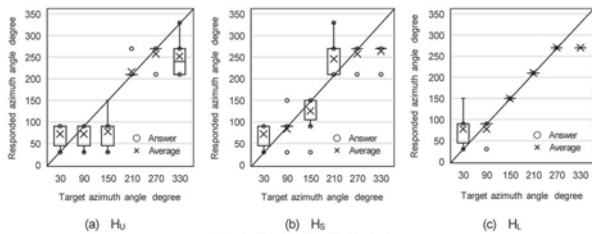


Fig.1 Results of localization tests

2-4-6

2-4-6 外耳道内圧掃引下でのインパルス応答測定 による伝音難聴検査法の検討

A method for testing conductive hearing loss by measuring impulse response under sweeping ear-canal static pressure
鳥谷輝樹(山梨大), 周迪, 村越道生(金沢大)

- ◆背景: 音を利用した中耳機能測定 (SFI: Fig. 1) により、耳小骨固着・離断耳の高精度な判別を実現 (鳥谷ら, 2024)

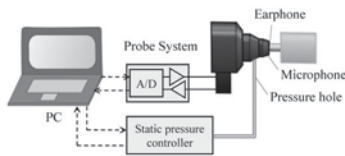


Figure 1: SFI measuring apparatus.

→ 正常・固着耳の判別は困難

静圧変化に伴う音響特微量変化も判別に資する可能性あり。

- ◆目的: 短時間信号による音響測定で特微量を抽出可能か検証し、静圧掃引により音響特微量がどのように変動するか検討。
- ◆方法: (1) 0.1 秒のスweep信号による耳内のインパルス応答測定 → 伝達関数および得られる特微量 (RF・ΔSPL) が従来の信号による結果と一致するかを検証。(2) 静圧の下降掃引中に短時間の SFI 測定を繰り返し、RF・ΔSPL を静圧の関数図として解析。
- ◆結論: (1) 従来の信号を用いた測定結果との一致性を確認

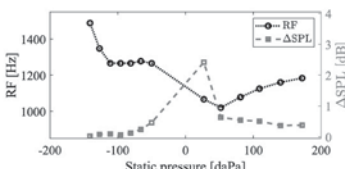


Figure 2: RF and ΔSPL as a function of static pressure measured in a human normal ear.

(2) 静圧掃引下で RF は約 1.3 倍変動。ΔSPL は山型に遷移し、約 2.5 dB 変動 (Fig.2) → これらの変動量と中耳状態との関係を今後検討予定。

2-4-5

2-4-5 楽曲の好ましさが睡眠の質に及ぼす影響

Effect of preference of music on sleep quality
☆入交陽斗, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆聴覚刺激による睡眠促進効果に関する研究は以前から行われているが、その効果の有無には議論の余地が多い。楽曲に対する聴感印象が睡眠に及ぼす効果を評価した。
- ◆以下の 4 条件の楽曲の呈示下で睡眠時脳波および眼電図の計測を行った。(1) 好きでも嫌いでもない (Neutral), (2) 少し好ましい (Low), (3) 中程度好ましい (Middle), および (4) 十分に好ましい (High)。各条件の好ましさは、楽曲を十分に聞かせた後、Visual Analog Scale (VAS) を用いて評価させた。また、覚醒後の被験者に対し、OSA 睡眠調査票簡易 MA 版 (OSA-MA) による睡眠内省の評価を行った。
- ◆有意ではないものの、好ましさの増加に伴って睡眠潜時が延長する傾向が認められた。楽曲の好ましさが睡眠の質に影響する可能性を示すが、一部の先行報告に反する結果となった。睡眠時の楽曲聴取習慣の有無が影響している可能性がある。
- ◆OSA-MA では Low と High の間に有意傾向が確認された (p=0.10) (Fig. 1)。楽曲の好ましさが主観的な睡眠の質に影響を及ぼす可能性が示唆される。

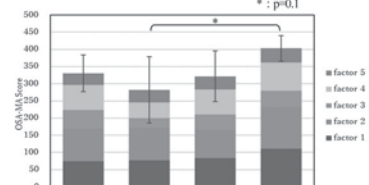


Fig.1: OSA-MA score for each condition.

2-4-7

2-4-7 DPOAE Measurements Using a Single Loudspeaker: Can They Match the Performance of Two-Loudspeaker Techniques?

© IRWANSYAH, Sho OTSUKA, and Seiji NAKAGAWA (Chiba Univ.)

- ◆Using one loudspeaker (earphone) to measure distortion product otoacoustic emissions (DPOAEs) is challenging due to intermodulation distortion (IMD), which produces artifacts that disrupt the results and reduce measurement reliability.
- ◆To overcome this, we designed a stimulus incorporating an IMD cancellation signal to eliminate artifacts and improve the accuracy of one-loudspeaker DPOAE measurements.
- ◆Our findings confirm that our approach greatly improves reliability and achieves close agreement with the standard two-loudspeaker method, as shown in the scatter plots in Fig. 1 below.

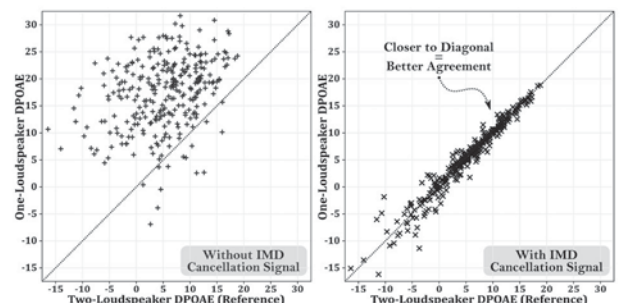


Fig. 1 Comparison of DPOAE levels between one- and two-loudspeaker methods.

2-4-8

2-4-8 耳介のサイズ・硬度の違いが軟骨伝導音の伝搬に及ぼす影響：成人と小児の比較

Effects of size and hardness of the auricle on the propagation of cartilage-conducted sound: A comparison between adults and children

☆田村 茜, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆骨伝導の装用性の問題を解決する方法として“軟骨伝導”が提案され、補聴器やスマートホン、イヤホンなどに応用されている。
- ◆軟骨伝導は、外耳道への挿入を嫌う乳幼児のための“貼る”イヤホンとしても応用されているが、乳幼児の耳介は成人に比べて小さく柔らかい。前稿では、そのような耳介特性は小児における軟骨伝導の知覚特性に影響を及ぼすものの、その効果は周波数によって異なることを報告した(田村ら, 2024)。
- ◆5~10歳の小児を対象として軟骨伝導刺激呈示時の外耳道内音圧(ECSP), 耳介振動, 検出閾, 耳介のサイズおよび硬度の計測を行い、それらの相関を検証した。また、成人との比較を行った。
- ◆小児の ECSP (Fig. 1) は成人に比べて全周波数で有意に上昇したのに対し、耳介振動 (Fig. 2) には有意差は認められなかった。
- ◆硬度・サイズが ECSP, 耳介振動に及ぼす影響は周波数によって異なり、必ずしも前稿の結果を裏付けるものではなかった。サイズと硬度が伝搬成分に複雑に影響を及ぼすことが示唆される。

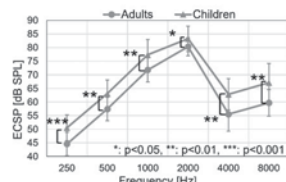


Fig. 1: ECSPs for adults and children.

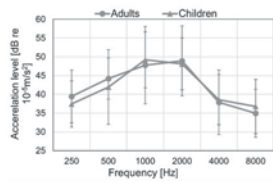


Fig. 2: Acceleration levels of pinna.

2-5-2

2-5-2 光学的音響計測を用いたトライアングルの共鳴音の解明

Revealing resonance sounds of musical triangle using optical sound measurement

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

- トライアングル周辺の音場を光学的音響計測法により可視化
 - ◆ 光学的音響計測: 非接触に二次元音場を可視化可能
- トライアングルが形成する三角形の内側の共鳴を発見
- シミュレーションとも良い一致を示した

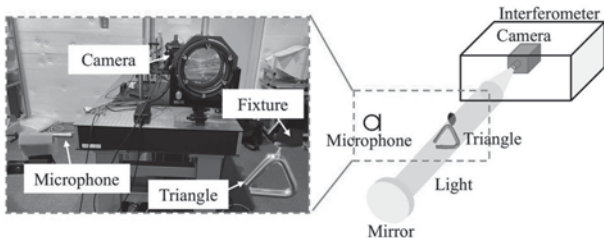


Fig. 1: Experimental setup for triangle sound recording

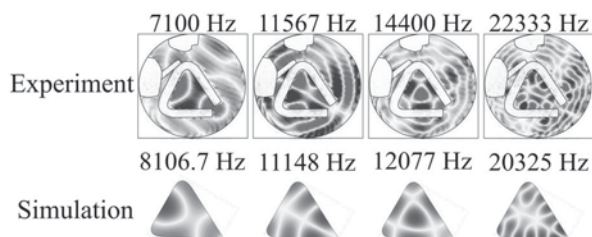


Fig. 2: Visualization of triangle sound. The upper row shows the experimental data, and the lower row shows the simulated eigenfrequencies of the triangular area formed by the triangle. Resonance modes were observed.

2-5-1

2-5-1 音叉の脚部先端における微小な質量変化が振動継続時間に与える影響の検討

Effects of slight mass changes at the tip of tuning fork legs on vibration duration of tuning forks

☆上野嵩旺, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆音叉の使用用途を鑑みると、基音はより長く持続し、倍音はより速やかに減衰することが望ましい。しかし、音叉の製作工程では持続時間の評価は行われておらず、音叉振動の持続時間には個体差が存在する。
- ◆音叉振動には脚部の質量が大きく影響すること知られているが、振動の持続時間への影響については検討がなされていない。
- ◆440 Hz の炭素鋼およびアルミニウム製音叉の脚部にサージカルテープを巻き付けることで質量を変化させ、振動持続時間への影響を評価した。打撃側, 非打撃側, および両方の脚部に対称にテープを巻き付けた3パターンで計測を行い、比較した。
- ◆炭素鋼製音叉の非打撃側にテープを巻いた場合を除き、テープの質量が増加するほど振動継続時間が短縮する傾向が見られた (Fig.1)。質量分布の変化に伴う振動モードの変動、あるいは内部損失の増大によって減衰係数が増加し、振動エネルギーが早く散逸したと考えられる。
- ◆また、アルミニウム製音叉では、テープを両脚部に対称に巻いた際により短縮した。音叉の左右脚部の質量のバランスが振動継続時間に有意な影響を及ぼすことを示唆している。

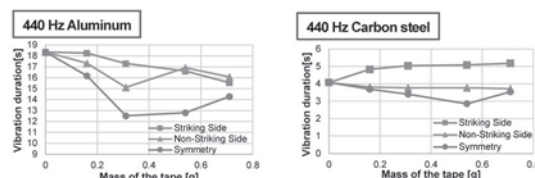


Fig.1 Vibration durations as functions of mass of the tape.

2-5-3

2-5-3 鐘の音の心理的影響

The psychological effects of bells

○金子 森哉(明星大・情), 石垣 優弥, 横山 真勇

梵鐘は日本の寺院で使用される伝統的な楽器であり、その深みのある音は心理的な癒し効果を持つとされている。本研究では、梵鐘音の音響特性と心理的影響の関係を解明することを目的とした。録音された梵鐘音をFFT(高速フーリエ変換)およびスペクトログラム解析によって評価し、低周波のうなりや超音波成分が心理的效果に与える影響を検討した。

実験では、深大寺と青蓮寺の梵鐘音を対象に解析を実施し、音響特性の違いが心理的評価に与える影響を調査した。結果として、うなり成分と超音波成分を含む音源が「再び聞きたい」と評価される傾向が強いことが示された。一方、うなり成分のみを含む音源では評価が低下する傾向があり、音響要素の組み合わせが重要であることが明らかとなった。

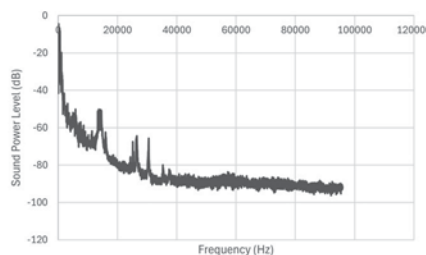


Fig. 1 Power Spectrum of the Bonshō Sound from Jindaiji

2-5-4

2-5-4 誰もが楽しめる音楽体験を実現する打楽器演奏システムの創造

Creating Percussion Performance Systems that Enable Enjoyable Music Experiences for Everyone

○庄司英一[†](福井大院・工学研)

本研究は、障がいや年齢を超えて誰もが楽しめる音楽体験を提供する打楽器演奏システム (Interactive Robotic Percussion Systems: IROPS)の創造を目的とする。音楽は人々をつなぐ普遍的な力を持ち、共感や感動を通じて勇気や気力を与える。しかし、身体的制約を持つ人々が楽器演奏や合奏に参加することは容易ではない。本研究では、打楽器演奏ロボットを核に、個々の特性に応じた演奏支援装置を組み合わせることで、ユニバーサルデザインに基づいた打楽器演奏システムを開発した。BLE-MIDI 技術を用いたワイヤレス接続により、汎用のタブレットや電子楽器との連携を実現し、視覚的にも楽しめるパフォーマンスを可能にしている。本システムの中核である卓上型IROPS-8号機は、A4サイズ程度のスペースで最大8種類の打楽器を組み合わせられる設計とし、簡単に設置・操作できる仕様を実現した。また、移動型IROPS-9号機はキャスター付きで可搬性を高め、低音から高音までの多様な打楽器演奏を可能にした。打楽器演奏システムはMIDIデータやリズムパターンのループ再生に生演奏で対応できる。生演奏のリズムマシンとしても機能する。さらに、アコースティックな打楽器の響きと電子音楽の融合により、新たな音楽表現が可能となる。また、視覚的な楽しさを提供することでライブパフォーマンスの魅力を向上させ、民族打楽器や伝統音楽の創作や継承にも貢献できる。Bluetooth 接続による柔軟なシステム構成は、教育現場や無菌室病室での音楽利用によるアクセシビリティ向上、ライブパフォーマンスなど多様な場面で利用を可能にする。今後は、個々の特性に応じたさらなる演奏支援装置の開発を進め、誰もが楽しめる音楽体験の実現について探求していく。本研究は、音楽の工学的支援がQOL向上や持続可能な社会の実現に寄与する可能性を示し、未来の音楽普及や社会参加の促進に新たな道を開くものである。

[†] shoji@u-fukui.ac.jp

2-5-6

2-5-6 空気の圧縮性と流れの慣性効果を考慮したアコーディオンの物理モデルの構築とそれによるピッチベンドの考察

Development of a Physical Model for an Accordion Considering Air Compressibility and Flow Inertia Effects, and Consideration of Pitch Bending.

☆岡田日向(九大・芸工), 西宮康治朗, △武田真和(青山学院大), 鮫島俊哉(九大・芸工)

- ◆本研究はアコーディオンにおけるピッチベンドの発生機構の解明を目的とする。
- ◆空気の圧縮性と流体の慣性を考慮した新たな物理モデル (Fig. 1) を構築した。
- ◆物理モデルは時間領域差分法による数値計算 (Fig. 2) と、摂動法により特性方程式を導出し、解析的な検討も行った (Fig. 3)。

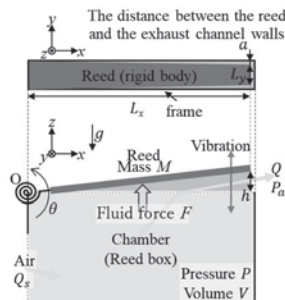


Fig. 1 Schematic illustrations of the physical model of the reed to be analyzed.

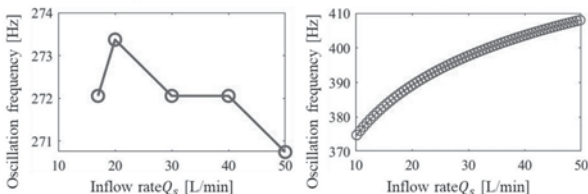


Fig. 2 Oscillation frequency versus volume flow rate of air by analysis using ordinary differential equations.

Fig. 3 Oscillation frequency versus volume flow rate of air by analysis using characteristic equation.

2-5-5

2-5-5 打楽器演奏システムを軸としたバリアフリーな音楽体験の実現

Realization of Barrier-Free Music Experience Centered on Percussion Performance Systems

○庄司英一[†](福井大院・工学研)

本研究は、打楽器演奏システム(Interactive Robotic Percussion Systems: IROPS)を軸として世代や障がいを超えたユニバーサルデザインによる音楽体験の実現を目的とする。音楽は、人々の情操を養い、共感や感動を通じて社会的なつながりを形成する力を持つものである。しかし、身体的制約や社会的障壁により、楽器演奏や合奏への参加が困難な人々も多い。最新型の打楽器演奏ロボットである卓上型IROPS-8号機と移動型のIROPS-9号機では、設置性と可搬性が向上した。打楽器演奏システムとして組み合わせる演奏支援装置 (アプリを含む) として、耳が不自由な方にはリズム把握システムを提供し、リズムとタイミングを視覚的に確認できるようにした。目が不自由な方には慣性センサーを内蔵したスティック操作を通じて打楽器演奏を可能にした。さらに、肢体不自由な方にはタブレットや静電式タッチパッド型の装置、視線追跡センサーを活用した演奏支援装置を提供し、それぞれの状況に応じた支援を実現した。これらの演奏支援装置は個々の特性に応じた合理的配慮の装置としても役立てられる。小学校や特別支援学校、福祉施設でのセミナーや体験会を通じて打楽器演奏システムの活用性や有効性を探究した。打楽器演奏システムをサブティチャー役として活用した合奏練習では、「見る力」「聴く力」「集中力」が育める。感覚統合を考慮した音楽療法的なアプローチとして役立てられる。演奏支援装置は、障がい者だけでなく音楽愛好家やプロフェッショナルな演奏家の補助装置としても活用できる。例えば、ウクレレ演奏にリズムやアクセントを加える演奏パッドを開発し、本物の打楽器の響きを伴った新しい音楽表現を可能にした。本研究の成果は、インクルーシブ教育、音楽療法、福祉分野における応用可能性を示すものであり、音楽を通じて社会参加を促進する技術基盤を提供する。これにより、QOLの向上や持続可能な社会の実現に寄与できると考えている。

[†] shoji@u-fukui.ac.jp

2-5-7

2-5-7 チェロのウルフ音のアクティブ制御

Active control of the wolf note on a cello

☆上條翔太郎, 鮫島俊哉(九大・芸工)

- ◆ウルフ音 … 弦の振動周波数が表板の固有周波数に近づいたときに、2つの振動が干渉して周期的な振幅変動が起こる現象 (Fig.1)。
- ◆パッシブ型ウルフキラー … 動吸振器の原理に基づくウルフ音抑制方法。「ウルフ音の抑制に伴う音圧の低下」といった課題がある。
- ◆本研究では、擦弦振動を考慮した有限要素モデルを用いて、表板の direct velocity feedback 制御による、ウルフ音のアクティブ制御シミュレーションを行った (Fig.2)。

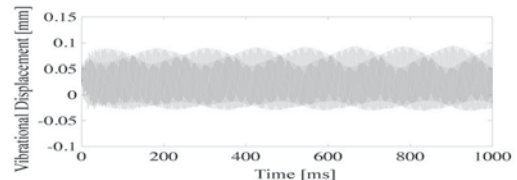


Fig.1: The wolf note on a cello.

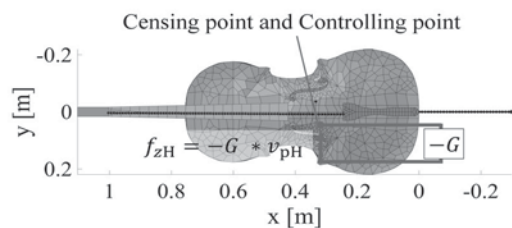


Fig.2: Schematic diagram of an active wolf control system.

2-5-8

2-5-8 ギター音に及ぼす撥弦中の弦軌跡及びピック動作の影響

The influence of string trajectory and pick motion during plucking on a guitar sound

○深津圭一, 三木晃(ヤマハ)

- ◆アコースティックギターの単音演奏における音、撥弦中の弦軌跡及びピック動作の関係を調査した。
- ◆高速カメラを用いて、弦軌跡とピック動作を観察した。
- ◆音、弦軌跡、ピック動作の特徴量を算出し、単・重回帰分析を行った。
- ◆得られた回帰モデルは、z軸周りのピックの回転に対応する $\Delta\theta_{tip}$ が小さいほど、y方向(表板水平方向)の弦リリース変位と弦リリースアングルは大きくなり、スペクトル重心は高くなることを示した。
- ◆平行アングル($\Delta\theta_{tip}=0$)と順アングルピッキング($\Delta\theta_{tip}>0$)の音色の違いを弦軌跡とピック動作により説明することが出来た。



Fig.1 Exp. setting and markers on string&pick

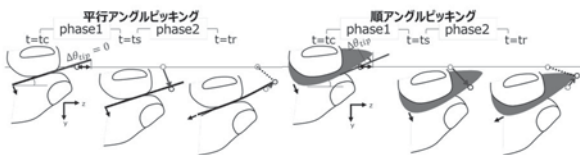


Fig.2 Pick motion of two type's pick angle

2-5-10

2-5-10 構造形態創生法の応用によるヴァイオリン駒のトポロジカルデザイン

Topological design of violin bridges through computational morphogenesis

○鮫島俊哉(九大・芸工)

- ◆建築構造力学分野で開発されたトポロジー最適化手法である“構造形態創生法”を、Fig.1 に示すヴァイオリン駒のトポロジー最適化に応用することを試みた。
- ◆トポロジー最適化の目的関数は、弦がかかる位置に発現する弾性主軸の方向が魂柱を向くようにすることを目標として定式化した。
- ◆その目的関数を、“構造形態創生法”の最適化エンジンである進化的構造最適化法(Evolutionary Structural Optimization Method: ESO法)に組み込むための定式化を行った。
- ◆Fig.2はA線を対象とした場合の形態創生結果である。これに基づいて著者がデザインした駒の形態を重ねて示した。

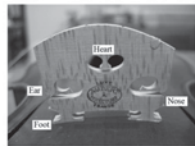


Fig.1: Violin bridge.

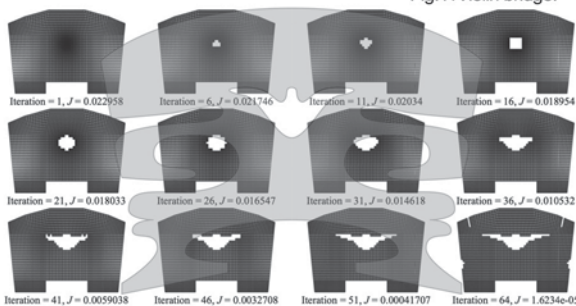


Fig.2: Evolution history through ESO with respect to A-string.

2-5-9

2-5-9 ヴァイオリンのニスの影響とFE解析

Effects of violin varnish and FE analysis

○黒沢良夫(帝京大・理工)

- ◆ヴァイオリンの表板・裏板等には楽器の保護のためニスが塗られているが、ニスの有無によって音色が大きく変わるのとは周知のとおりである。本研究では、表板作成時の端材から梁状のサンプルを作成し、ニスを塗る前と塗った後による振動特性を比較し、それぞれの剛性値をFEモデルを用いて同定した。また、表板単体のニスを塗る前と塗った後の振動特性を比較し、梁から同定した剛性値を用いたFEモデルの振動特性の計算と実験の比較結果を報告する。

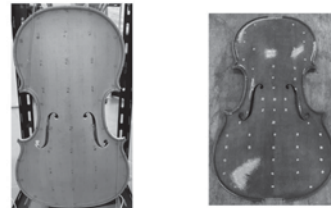


Fig.1 Top plate of violin with/without varnish

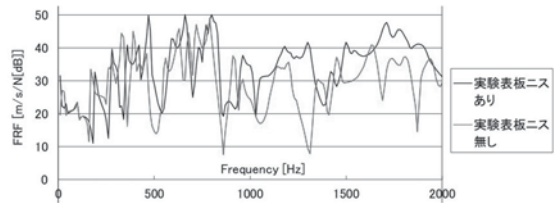


Fig.2 Comparison of FRF experimental results with/without varnish of top plate

2-5-11

2-5-11 ピアノ演奏の芸術的逸脱に関するコーパス音楽学研究

A corpus study for the artistic deviation of piano performance

○岡崎聡, △高島麟太郎, モククリパーハム, 森川大輔(富山県立大)

- ◆楽譜を入力、演奏を出力として音符ごとに対応づけ(アラインメント)を行い、芸術的逸脱の特徴をコーパス解析した。
 - Liszt, F.: 3つの夜想曲《愛の夢》S. 541, No. 3の25小節
 - ピアノ熟達者6名の演奏
- ◆和音の同時性
 - 和音を構成する音符のオンセット時刻の標準偏差を指標とした。
 - 標準偏差のヒストグラムは特定の分布パターンを示した(Fig. 1)。
- ◆2音の同時性
 - 和音中の2音のオンセット時間差を指標とした。
 - 音程が広いほど非同時となるパターンが得られた(Fig. 2)。
- ◆本研究は芸術的逸脱について、和音の同時性と2音の同時性の2つを指標として、コーパス解析の一例を示した。

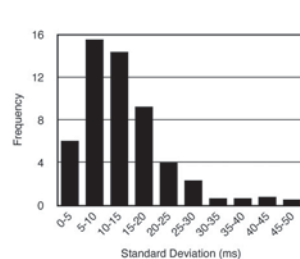


Fig. 1 Simultaneity of chord (average)

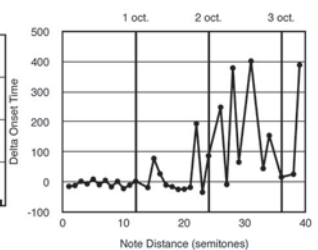


Fig. 2 Simultaneity of two notes

2-5-12

2-5-12 歌声音源分離を用いた自動採譜の検討

Examination of automatic music transcription using singing voice separation.

☆田崎晃基, 小坂哲夫(山形大院・理工学研)

- ◆我々の先行研究では、一番需要が多いとされる歌声を含むバンド音源からピアノ楽譜への変換を試みた。
- ◆手法としては、歌声を含むバンド音源を音源分離し、分離した歌声を採譜した結果をピアノ右手楽譜、分離した伴奏音源をコード認識した結果をピアノ左手楽譜として使用していた。
- ◆しかし、音源分離の精度が十分でなかったために、分離した歌声音源に対する優れた自動採譜結果を得られていなかった。
- ◆本研究では、先行研究の音源分離部分に用いられていた U-net よりも分離精度が高いとされる BS-RoFormer によって分離した歌声音源を自動採譜モデルに入力する。
- ◆結果として、分離精度が改善されたことによる自動採譜精度の向上を確認した。

Table.1: Transcription accuracy relative to separation accuracy

Evaluation \ Singing source	SDR [dB]	F-measure [%]		
		Frame	Note	Note w/offset
Target value	∞	81.61	81.71	54.88
U-net (Previous study)	11.34	71.15	65.53	37.91
BS-RoFormer (Proposed method)	20.86	80.24	78.57	52.64

2-5-14

2-5-14 フルート奏者による音色操作の可視化

Visualisation of timbre manipulation by flautists

☆平岩 輝生(国立音楽大学大学院), 三浦 雅展(国立音楽大学)

- ◆フルート演奏の音色変化について、従来は呼吸と演奏音の関係性や感情伝達について分析が行われてきたが、演奏の現場におけるその評価は未だ主観的な言語表現によるフィードバックに多くを依存し、客観的な把握手段が不足していることから、可視化手法が望まれる。
- ◆本研究では、フルートの演奏音における倍音の成分量を主なパラメータとして主成分分析を実施し、言語表現との対応関係を示した上で、音色変化をリアルタイムで可視化するシステム(Fig.1)を提案する。
- ◆3名のフルート奏者によるロングトーンから算出した主成分を座標軸とし、「静か/激しい」「冷たい/あたたかい」という対照的な表現による音色演奏を分析した結果、異なる音色間で主成分得点に有意な差が確認された。以上の知見に基づき、演奏音の音響特徴量をリアルタイムで座標平面上にプロットするシステムを開発した(Fig.2)。評価実験では奏者自身が暗黙のうちに音色の維持や変化に対するプロットの追従性がシステム上のプロットとして確認され、奏者が音色を客観的かつ即時的に把握できる新たな手段として有効であった。

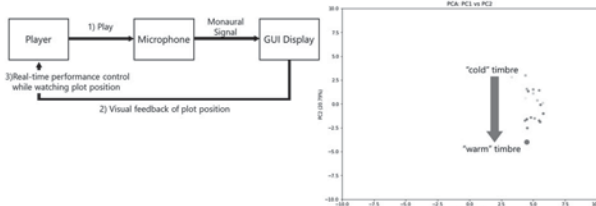


Fig. 1: Flowchart of proposed real-time system

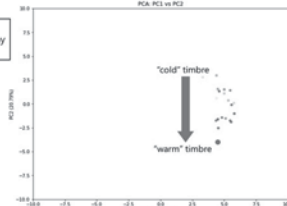


Fig. 2: Plots of A5 the player tried to change timbre

2-5-13

2-5-13 クラリネット用リードにおける表面および内部構造と演奏適性の関係

Differences in Ease of Playing are Attributed to Variation in Surface Texture and Structure of Tip

☆鈴木真琴(国立音大・院), 三浦雅展(国立音大), 松谷晃宏(東京科学大)

- ◆クラリネットの演奏には葦材のリードを伝統的に用いる。リードは10枚一組で市販されているものの、演奏適性にばらつきがあり、奏者は購入したリードを試奏して使用可能か判断することを余儀なくされている。演奏適性が高いリードと低いリードは演奏中のリードの振動特性が異なる[1]。リードの演奏適性を調査するためにリードから切片を作成して観察する先行調査もあるが、リードの表面、先端や振動部分の構造は明らかではない。
- ◆本研究はリードの表面および内部構造と演奏適性の関係を明らかにすることを目的とする。本報告では試奏の評価で演奏適性が高いリード(G)と演奏適性が低いリード(B)のマウスピースとの接触面における凹凸の大きさを測定し、先端部の組織および振動部の維管束の分布を金属顕微鏡を用いて調査した。振動部の断面を図1に示す。
- ◆調査の結果、演奏適性が高いリードはマウスピースとの接触面の凹凸が少なく、先端部の表面組織が均一であり、維管束鞘が大きいことが示唆された。マウスピースとの接触面の凹凸が異なることで、奏者にとっての吹きやすさが変化している可能性が考えられる。また、演奏適性が高いリードは維管束の分布が均一である可能性が示唆された。さらに、リードのこれらの構造が息の流れやリードの振動特性に影響を与えている可能性が示唆された。

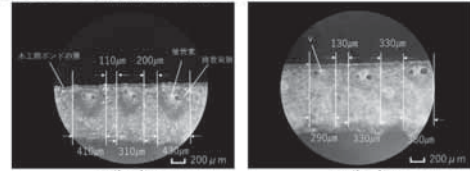


図1 リード断面
[1] 鈴木真琴(国立音大), 若槻尚斗(筑波大), 三浦雅展(国立音大), "クラリネット演奏の口腔内におけるリード単動とリード品質の関係", 日本音響学会 2024 年度秋季研究発表会, 2-1-18, pp.1381-1384(2024.9.4-6)

2-5-15

2-5-15 モーションキャプチャを用いた演奏スキルによるグランドピアノの動作解析の検討*

Analysis of Grand Piano Playing Movements Based on Performance Skills Using Motion Capture

○三戸勇氣(日大・芸術), 塚田湧太, 柴田直樹, 山口達也(日大・理工), 駒澤大介, 川上央(日大・芸術), 篠田之孝(日大・理工)

筆者らは光学式モーションキャプチャシステムを用いた6つの感情表現による鍵盤楽器の演奏動作の解析を行ってきた。本研究では、鍵盤楽器のペダル操作も測定したいと考えたため、従来から測定してきた上半身に加え、下半身にも反射体であるマーカーを取り付けている。また、本研究の課題曲は、従来検討してきた課題曲より長く、演奏時間が1分程度の曲で実験を行っている。本文は演奏スキルの影響を検討するため、音楽専攻の大学生(以下、音大生)、音楽教室教師(以下、教師)、プロピアニスト(以下、プロ)の演奏動作を計測し、身体各部の関節部位などの軌跡長を算出し、感情表現によるグランドピアノの演奏動作解析の基礎的な検討を行った。

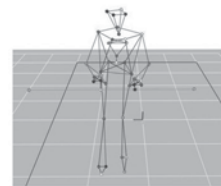


Fig.1 Marker adhesion position

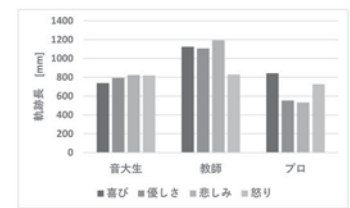


Fig.2 Trajectory length of right toe

2-5-16

2-5-16 フォルマント比較による日本語ラップの韻の特徴分析

Analysis of Rhyme Characteristics in Japanese Rap by Formant Comparison
☆鳥居広, 及川靖広(早大理工)

- ◆背景
ラップはこれまで情報学や言語学の対象とされてきたが、文字情報を必要としており、実際の響きは考慮されていなかった。
- ◆概要
2つの音声におけるフォルマントの差を計算し、動的計画法により類似度スコアを計算する手法を提案した。
日本語ラップ10曲の楽曲中に含まれる韻に手法を適用しスコアを算出し評価を行った。
- ◆結果
韻における類似度の高さを定量的に示した。
楽曲中で近い韻ほど類似度が高い特徴が見られた。

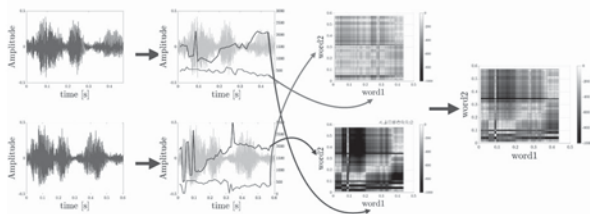


Fig.1: Example of Evaluation Method

2-5-18

2-5-18 歌唱表現における歌声の明暗と声道形状の分析

Analysis of bright and dark timbre and vocal tract shape in singing expression
○高橋純(大阪芸大), 戸田菜月, 竹本浩典(千葉工大)

- ◆優れた歌手は、同じ母音・音高であっても、「明るい」あるいは「暗い」など、表現によって歌声の音色を変化させることができる。
- ◆本研究では、プロの歌手3名(Ten, Bar, Sop)で検証を行い、リアルタイムMRIを用いて歌唱表現と声道形状の関係について検討した。
- ◆正中矢状断面における声道各部の面積の変化をピクセル数で計測した結果、全ての歌手で咽頭腔の広さ(特にその下部)は「明るい」では縮小し、「暗い」では拡大した。一方、口腔の広さと口唇の開閉の長さには一定の傾向が見られなかった(Table 1)。
- ◆また、全ての話者で第1, 2フォルマント(F1, F2)は「明るい」では上昇し、「暗い」では下降する傾向があり、他者評価でも明暗を知覚されたことから、これが明暗の表現であると考えられる(Table 1)。
- ◆声道断面積関数から得た音響感度関数からも同様の結果が得られた。

Table 1: 全歌手の声道各部位のピクセル数とフォルマント周波数の変化

歌手	表現	口唇	口腔	咽頭腔	F1	F2	F3
Ten	明るい	19↑	1720↑	769↓	820↑	1330↑	2690↓
	普通	15	1357	812	780	1200	2820
	暗い	11↓	1750↑	1194↑	560↓	1070↓	2790↓
Bar	明るい	7	1337↓	594↓	710↑	1120↑	2690↑
	普通	7	1756	610	670	1100	2630
	暗い	8↑	2406↑	724↑	640↓	920↓	2540↓
Sop	明るい	22↑	1935↑	433↓	1090↑	1700↑	3330
	普通	17	1448	524	940	1200	3330
	暗い	20↑	1534↑	721↑	940	1070↓	3220↓

2-5-17

2-5-17 音素長と音高が歌声の印象評価に与える影響

Effects of phoneme duration and pitch on impression rating for singing voice
☆深澤実紅, 北原玲奈, △久保田新菜, 志々目樹, 戸田菜月, 竹本浩典(千葉工大), 高橋純(大阪芸大)

- ◆われわれは、前報で4名のプロのオペラ歌手(ソプラノ1名, テノール2名, バリトン1名)と22名の学生(男性12名, 女性10名)が歌唱した武島羽衣作詞・滝廉太郎作曲の「花」の歌声を分析し、プロと学生で音素ごとの発声タイミングと音素長を比較して報告した。
- ◆本報では、音素長と音高が歌声の印象評価に与える影響を検討するために、学生の「花」の歌声に対して、(1)原音声, (2) Fig. 1で示す原音声の発声タイミングと音素長をプロの平均とした歌声(音素長伸縮), (3)音高を楽譜通りに修正した歌声(音高修正), (4)その両方を操作した歌声(音素長伸縮+音高修正)の4種類を作成し、20名の学生が印象を評価した。
- ◆その結果、22名中19名で音素長伸縮+音高修正の評価が原音声より有意に高くなった。
- ◆また、ある程度音高が正確でなければ、音素長伸縮により評価が向上しないことが示唆された。

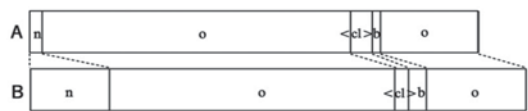


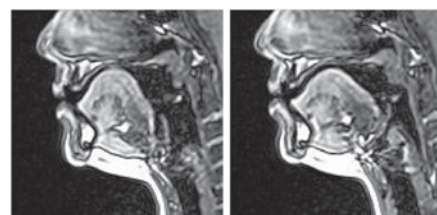
Fig.1. 音素長と発声タイミングの変更(A:原音声, B:音素長伸縮)

2-5-19

2-5-19 薩摩琵琶の発声における調音制御に関する検討

A study of articulatory control in the voicing of *satsumabiki*
○錦木時彦, 曾村みずき(九州大学)

- ◆本研究では、日本の伝統音楽に焦点をあて、近代琵琶楽のひとつである薩摩琵琶(鶴田流)の女性奏者を対象として、磁気共鳴画像による歌唱発声時の声道形状の測定とその音響特性の計算を行なった。
- ◆上(中心音)のB♭(233 Hz)を基準として、下のF(174 Hz)、中干のF(349 Hz)、ウラのB♭(466 Hz)の4種類の音高で発声した結果、母音/iu/において音高の上昇にあわせてフォルマント周波数を調整する調音制御が確認できた。さらに、/i/の中干やウラ、/u/のウラでは、発声ピッチとフォルマント周波数が近接する結果が得られた。
- ◆得られた結果を声道から喉頭の音源機構への音響フィードバック(音源-フィルタ相互作用)の観点から考察した。今後は他の琵琶奏者について検討する他、音高に依存した声帯の振動様態を調べる予定である。本研究は、JSPS 科研費 JP24K15010 の援助を受けた。



母音/i/の上(左)と中干(右)における頭部断層イメージ

2-6-1

2-6-1

スポーツと聴覚機能

Association between sports and auditory function

○坂田英明(川越耳科学クリニック、埼玉医大総合医療センター耳鼻科)

- ◆老化の一因である過剰な酸化ストレスは、ミトコンドリア代謝のアポトーシス促進遺伝子の発現を促進し、サーチュイン活性を低下させる。近年、体内のNAD⁺(Nicotinamide Adenine Dinucleotide)量の低下がNAD⁺依存性脱アセチル化酵素サーチュインの活性低下に深く関与していることが示されており、聴力の低下に関しては、ミトコンドリア代謝の機能低下が有毛細胞の損傷、ひいては感音難聴の発症を引き起こす可能性があることが示されている。
- ◆一方、激しい運動時にはROS (Reactive Oxygen Species) の生成が増加し、酸化ストレスが誘発され、活性酸素代謝物、組織傷害や炎症の指標が増加し、筋疲労や持続的パフォーマンスの低下、回復までの時間に関与することが示唆されている。
- ◆スポーツによる負荷がかかることによって内耳のミトコンドリア代謝でも電子伝達系の阻害によりATP (Adenosine Triphosphate) の生産が低下し、これにより細胞機能が低下する。この機序は疲労した状態と言えるが、ミトコンドリア代謝の低下、すなわち酸化状態という点ではスポーツと聴覚には相関関係があると言えるだろう。
- ◆いかに抗酸化を行い、スポーツや運動の疲労蓄積を予防するかは、難聴予防、聴力維持と遺伝子変異予防とで共通することになる。具体的には、急性・慢性炎症をいかに抑えるかが重要となる。

2-6-3

2-6-3

SG 規格改定後の非木製バットの音響特性

Acoustic Characteristics of Revised SG Bats

○上田麻理(神奈川工科大)

2022年のSG規格により2024年の春のセンバツ(「第96回選抜高等学校野球大会(春の甲子園)」)では更新されたバットが初めて導入された。規格改定後の非木製バットの音響計測結果を紹介する。



カキーンからキューーンに!?

2-6-2

2-6-2

(招待講演) 多分野融合によるアスリート支援と医療予防の新展開

Innovative Approaches to Athlete Support and Medical Prevention through Multidisciplinary Integration

馬見塚 尚孝 (ベースボール&スポーツクリニック)

筆者は、1993年に整形外科医になり、臨床現場で学びながらも、様々な分野に飛び込んできた。本招待講演においては、これまで異分野に飛び込んで整形外科とシステムデザインマネジメントしてきた実例を紹介したい。

2-6-4

2-6-4 スポーツ観戦時における観戦者が発する掛け声に関する質的分析

—各場面による日本語話者と外国語話者の比較—

Qualitative Analysis of the Contents of Cheers Uttered by Sports Spectators - A Comparison of Japanese and English Speakers' in Certain Situations -

○久永将太(慶應大・総)、浅野恵子(順天堂大・医)

- ◆久永、浅野(2024)が行った各場面における「掛け声」に関する質的調査を外国語話者の観戦者にも実施した。
- ◆英国人である18-35歳の70名(男性35名、女性35名)に実施した。
- ◆両言語話者共にポジティブな場面では、主に興奮・喜びの歓声や、競技者への激励・称賛・感謝の言葉の掛け声であった。
- ◆ネガティブな場面では、日本語話者は主に競技者への激励や共感、もしくは心配する言葉の掛け声であったが、外国語話者は主に無反応や沈黙、もしくは批判・失望・罵倒する言葉であったことが分かった。

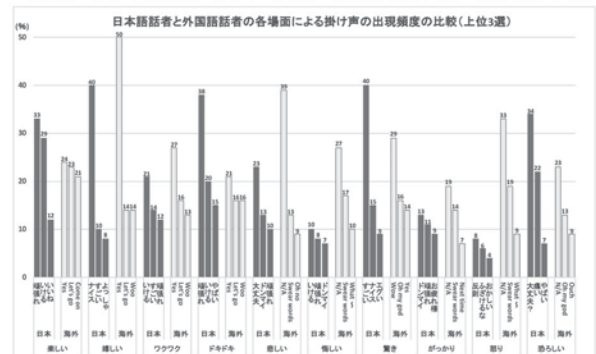


Fig.1: A Comparison of Japanese and English Speakers' in Certain Situations.

2-6-5

2-6-5 操作感触と操作音の適合感を考慮した スイッチ感性階層モデルの構築

Construction of Sensory Hierarchy Model of Switch
in Consideration of Conformity between Tactile and Sound

☆渡瀬由人(中央大院)

△下村尚登, △佐藤弘樹(アルプスアルパイン), 戸井武司(中央大)

- ◆本論文では、プッシュスイッチを対象として、操作感触と操作音の個々の物理的な特性から複合感覚での統合的な感性価値が生じるまでの感性の階層的な構造を把握する。
- ◆単感覚における印象評価実験を行い、重回帰分析により算出された物理特性ごとの標準偏回帰係数から、単感覚での印象に影響を与える物理特性を明らかにした。
- ◆複合感覚における印象評価実験を行い、因子分析により、単感覚で生じる印象に加え、適合感という新たな印象が生じることを明確にした。次に、感性価値に影響を与える印象を分析し、好ましさや高級感といった感性価値に適合感が大きく影響することを明確にした。また、Fig. 1に示すような感性階層モデルを構築した。



Fig. 1: Diagram of emotional hierarchy.

2-6-7

2-6-7 袋詰め音の印象評価:袋の素材の影響

Evaluating the impression of the bagging sound: Influence of the bag material

☆倉本恭次, 黒田隼海(神奈川工科大),

三浦貴大(産総研), 上田麻理(神奈川工科大)

現在、インターネット上でパッケージの梱包音や開封音が注目されている。YouTube では梱包音の動画が多く投稿されており、最大22万回再生されている動画もある。これらの音はASMR (Autonomous sensory meridian response) と呼ばれている。ASMR もしくはそれに近い現象を意図的に引き起こすことができたとき、体験や製品の価値の制御ができる可能性があり、一種のブランドイメージの向上などに寄与されることが考えられる。そこで本研究では、製品体験における付随音の影響を解明する。特に本稿では、袋に菓子を詰める音に着目し袋の素材ごとの印象評価を実施した。



2-6-6

2-6-6 紙をめくる音の音質評価その2-紙材の違いの影響

Sound quality evaluation of the sound of paper turning part 2-Effects of differences in paper materials

☆黒田隼海, 倉本恭次(神奈川工科大),

三浦貴大(産総研), 上田麻理(神奈川工科大)

筆者らは、書籍などの紙をめくるときの音に着目した研究を行っている。前報では、紙をめくる音に対して視覚のみ、聴覚のみ、視覚・聴覚双方を提示した条件での比較結果を考察した。その結果、視覚のみの状況よりも聴覚のみ、視覚・聴覚の双方を提示したときにおいて、有意に好まれた傾向にあった。本稿では、紙の材質が異なることによる印象の変化を分析する。



2-6-8

2-6-8 飲料ゼリーの開栓動作と開栓音を考慮した 感性マップと物理量との関連

Relation between sensibility map and physical quantity considering beverage jelly opening motion and opening sound

☆水沼紗愛(中央大), 菅田康平(中央大院),

△棟方快徒, △荒井萌(森永製菓), 田辺総一郎, 戸井武司(中央大)

- ◆主観評価により想起される感性を明確化し、感性と心理音響メトリクスなどの物理量との関連より感性マップを構築する。
- ◆飲料ゼリーの構造を分類し、それぞれの共通した特徴を明らかにした。
- ◆Fig. 1に示す開栓音の印象評価から、ポジティブ、軽快因子が共に正である開栓音の特徴はピーク間隔が短く、ポジティブ、軽快因子が共に負である場合は、ピーク間隔が長く複数ピークがある。
- ◆Fig. 1とFig. 2に示す物理量と印象評価の関連の推定から、低周波数領域のインパルス性が小さい場合に、軽快因子が正になり、間隔が狭くピーク数が少ない場合、ポジティブ因子が正になることが分かった。
- ◆Fig. 1に示す開栓音の印象評価とFig. 3に示す開栓音と開栓動作の複合感覚の評価を比較し、ポジティブ因子は主に開栓動作による影響が大きく、軽快因子は開栓音による影響が大きいことを把握した。

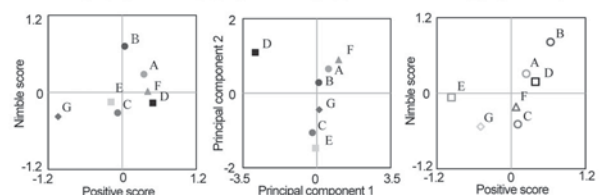


Fig. 1 Nimble and positive plots of sound Fig. 2 Sound feature map by SHAP-PCA Fig. 3 Nimble and positive plots of multi-modal

2-6-9

2-6-9 高齢者の規則正しい生活を支援する機能音による行動変容促進の検証

Verification of the promotion of behavior change by using functional sounds to support regularity in the elderly

☆河原怜雄(中央大院), 有光 哲彦(フィート), 岡本 怜奈(IC), 角田昌只(社会福祉法人峰寿会), 戸井武司(中央大)

- ◆本論文では、高齢者の規則正しい生活を支援する機能音の有効性を検証するため、住宅型老人ホームに居住する高齢者5名を対象とし、機能音による支援を実施しない平常時(3週間)と、支援する介入期(2週間)を1週間交互に行う5週間の反復実験と、支援を継続する3週間の継続実験を行った。
- ◆老人ホームの1日の流れに沿って7種の約8秒の機能音が指定の時間に再生され、その時間の日常生活を促す実験プログラムの構造をTable 1に示す。反復実験では、4項目の日常生活動作に関する意欲と7項目の行動変容促進の評価を行い、機能音①、②、④、⑥、⑦で行動変容促進がみられた。次に、効果のみられた5種の機能音で継続実験を行い、行動変容促進の評価に加え、機能音と日常生活の紐づけテストを行った。
- ◆その結果、Fig. 1のように5種の機能音で5名中4名の得点上昇がみられた。また、紐づけテストの正答率は低いことから、記憶や思考によらず本能的に心理や生理に機能音は作用したと考えられる。以上より、機能音による支援の有効性が検証できた。

Table 1 Structure of the experiment program

機能音	時間	日常生活
①	6:00	起床
②	6:30	朝食
③	9:30	室内外行動
④	12:00	昼食
⑤	13:30	室内外行動
⑥	17:30	夕食
⑦	21:00	就寝

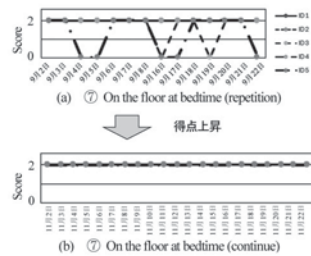


Fig. 1 Implementation method flow

2-6-11

2-6-11 Stable Diffusion を活用したエンジン音の音響印象の可視化

Visualization of Acoustic Impressions of Engine Sounds Using Stable Diffusion

☆梶友理香, △安富七海, △カストナー マークアウレル, 石光俊介(広島市立大)

- ◆エンジン音の聴覚的印象を視覚化するため、Stable Diffusion と ChatGPT を活用した。
- ◆まず、心理音響指標(ラウドネスやシャープネスなど)を基にして、ChatGPT を用いて形容詞を生成し、次にブレインストーミングによって収集した形容詞により、ChatGPT による形容詞生成の妥当性を検証すると共に画像生成を行った。
- ◆収集された形容詞について、ChatGPT は少数の形容詞で、簡潔に音の特徴を抽出する傾向が見られた。一方で、ブレインストーミングで集められた形容詞は、多くのカテゴリに分かれ、音の特徴をより細かく分類する傾向があった。
- ◆SD法を用いた2種類のエンジン音に関する聴感実験では、エンジン音に対して「力強さ」や「美しさ」が共通して重要視される一方で、「不快感」や「雑音的要素」も挙げられた。
- ◆SD法による因子を元に生成された画像について、ChatGPTによるものでは印象を伝えやすい画像が生成された。ブレインストーミングによるものでは、特にネガティブな印象を適切に表現できないという課題があった。
- ◆今後は画像生成結果による聴感印象共有の可能性について検証を行う予定である。

2-6-10

2-6-10 低品質 LAN を前提とした多チャンネル音声再生時の時間同期メカニズムの検討と開発

Study and Development of Time Synchronization Mechanism for multi-Channel Sound Playback Using Low Quality LAN

◎森洋久(東京大学)

ネットワーク・クオリティーに制約が大きい展示環境において時間同期された多チャンネル再生を可能とするシステム、StaticSequencerの提案を行った。音声を前もって保存するための大容量SSDとWiFiを保持したスピーカー・モジュールを開発。NTPによる時間同期を行った。2台のモジュールからの音声信号のジッタを計測することにより評価を行い、標準偏差が0.1msec~0.5msec程度と、良好な結果が得られた。

また、同システムを導入し、44チャンネルのシステムを実現した事例、東京タワー展望デッキで開催された、モバイル・ミュージアム『都市 - サウンドスケープ』を紹介した。博物館や美術館、東京タワーといった、劇場以外の多様な公共空間への多チャンネル音響システムの展開の可能性と展望が得られた。



2-6-12

2-6-12 自動車走行時の聴覚運動協調に関する基礎的検討

Preliminary Study on Auditory-Motor Synchronization for In-Vehicle Sound Design

☆山本麻愛, 石光俊介(広島市立大)

- ◆運転経験者は運転タスクを行う際に、快適と感じるテンポがある一定の範囲に収まる傾向があることが示された。これは、運転経験者が日々の運転で注目する周りの環境情報により感覚運動協調が引き起こされていると言える。
- ◆運転速度を変更することにより、視覚情報による感覚運動協調が引き起こされ、快適と感じるテンポもそれに伴い変動することが示された。
- ◆速度変更の際に聴覚情報も変動することにより、定常状態での音の違いは順応により注意を向けられない可能性があることも示唆された。

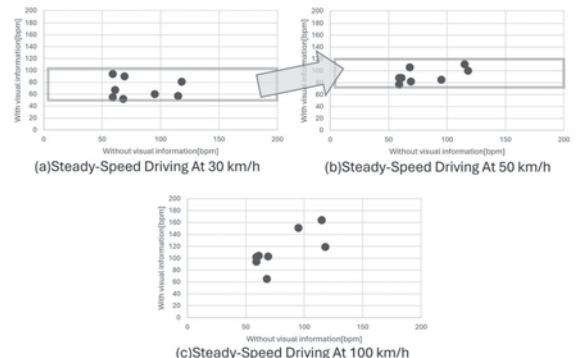


Fig. 1: Differences in Tempo with and without Driving Tasks by Driving Speed

2-8-1

2-8-1 マイクロ流路を用いた シングルセル計測用デバイスの開発

Development of single cell measurement device using microchannel

☆秋山真紗子, 伊藤一陽, 竹之内隆伸, 吉田壮志 (農工大),
田村和輝 (浜松医大), 生田昂, 吉野大輔 (農工大)

- ◆安価で小型な単一細胞からのエコー信号を計測する超音波フローサイトメトリーの開発を目指し, ソフトリソグラフィによるマイクロ流路作製技術を利用したデバイス作製に取り組んだ。
- ◆本稿では, 超音波振動子を組み込んだデバイスの設計, 流路系および超音波系の適切な条件設定および細胞を模擬した散乱体としてナイロン球を測定した結果について議論する。
- ◆CNC フライス加工で切削した鋳型を使用して, ソフトリソグラフィによりマイクロ構造を PDMS に転写する手法を採用した。中心周波数 80 MHz のパルス波が厚さ 0.5 mm の流路壁を透過し, 流路内を流れる直径 10 μm のナイロン球からの散乱信号を検出した。

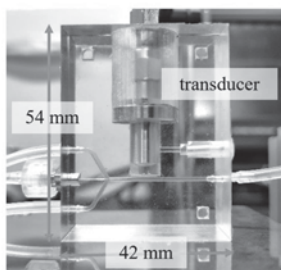


Fig.1: Single cell measurement device made of PDMS

2-8-3

2-8-3 集束超音波治療における気泡の高感度検出を目的とした集束超音波パルスとイメージングパルスの交互送信

Alternating transmission of focused ultrasound pulses and imaging pulses for highly sensitive detection of bubbles in focused ultrasound treatment

☆吉田 奈央, 森 翔平, 吉澤晋(東北大)

キャビテーション気泡は強力集束超音波 (High-Intensity Focused Ultrasound: HIFU) 治療の効率を向上させる。この気泡を選択的にイメージングするために、気泡からの非線形エコー信号を抽出する3パルス (3P)法と呼ばれる超音波イメージング法が提案されている。本研究では気泡をより高感度に検出するために、HIFU パルスと3P法のイメージングパルスを交互に送信する手法を提案し、交互送信するHIFUパルスの持続時間と気泡検出感度の関係について検討を行った。

その結果、交互送信するHIFUパルスの持続時間が長くなり、HIFUパルスの最大負圧値が大きくなるほど、気泡対組織コントラスト比が向上することが分かった。この現象はHIFUパルスがイメージングパルス間の気泡の状態(気泡径分布や位置など)を変化させたためと考えられる。HIFUパルスの持続時間が長く、最大負圧値が大きいほど、その変化量が大きくなり気泡をより高感度に検出できたものと考えられる。しかし持続時間 10 μs の場合には、HIFUパルスにより新たに気泡が発生し、気泡領域がトランスデューサ側に拡大している様子が見られた。よって、気泡領域の情報が重要であったりHIFUパルス挿入による治療効果への影響を抑制したりする場合は、適切なHIFUパルスの持続時間が存在することがわかった。

2-8-2

2-8-2 加齢や卵巣摘出がマウス骨の音速に及ぼす影響

Effects of aging and ovariectomy on wave velocity of bone in mice

☆和田大河¹, 北嶋昇太¹, △土屋吉史², 松川真美¹(¹同志社大, ²産総研)

- ◆骨粗鬆症の診断基準に骨ミネラル密度 (BMD) が用いられるが, 正常な BMD の閉経後女性においても圧迫骨折等が報告されている。
- ◆顕微 Brillouin 散乱法により卵巣摘出 (OVX) を施したエストロゲン欠如マウスと自然閉経 (SM) マウス両方の骨中の超音波音速を計測した。
- ◆卵巣摘出により OVX 群では内臓脂肪の増大, 子宮の萎縮が生じた。
- ◆荷重骨 (脛骨) では僅かに荷重負荷方向に高い軸異方性をもち, 非荷重骨 (頭蓋骨) では複雑な異方性であった (Fig.1 (a)). また音速のばらつきも非荷重骨の方が全体的に大きかった。
- ◆荷重骨の音速はコントロール (Sham) > OVX > SM の順に低下した。また非荷重骨では Sham と OVX 群に有意な差は見られず, SM 群は荷重に関わらず最も低かった (Fig.1 (b)).

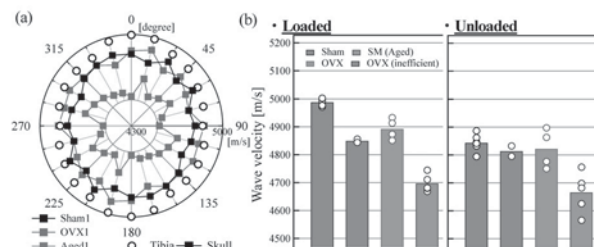


Fig.1: (a) Anisotropic wave velocity in loaded and unloaded bone. (b) Wave velocities in axial direction (loaded) or anterior-posterior direction (unloaded).

2-8-4

2-8-4 高周波帯域プローブを想定した 超音波顕微鏡による薄い試料における 二次元音速分布の計測

Measurement of two-dimensional sound velocity distribution in a thin specimen by ultrasonic microscopy assuming a high-frequency band probe

☆小林玲奈¹, 小林和人², 荒川元孝¹(¹東北大・医工, ²本多電子・研究開発部)

我々は、超音波顕微鏡において高周波帯域のプローブを用いた高解像度な音響特性分布の計測方法を検討している。しかし、プローブの帯域制限により低周波領域の情報が欠落する。そこで、規格化振幅スペクトルを逆フーリエ変換することにより低周波領域の情報を推定して補間することで音速を算出した。本報告では、中心周波数 120 MHz の超音波プローブを用いて、生体組織を模擬したシリコンゴムの二次元音速分布を計測した。その結果を Fig. 1(a)に示す。解析に用いる周波数を変えると、異なる音速が算出された。複数の領域における平均解析周波数に対する平均音速を調べた結果を Fig. 1(b)に示す。周波数が高いほど、音速が大きくなり、速度分散の影響が捉えられたと考える。今後、一定の解析周波数を用いることで、より正確な音速分布の計測法を検討する。

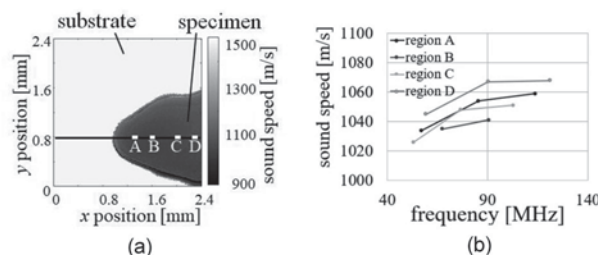


Fig.1. Sound speed of silicone rubber. (a) Two-dimensional distribution, (b) frequency characteristic of sound velocities in each region in (a).

2-8-5

2-8-5 硬膜外麻酔補助のための超音波による 胸椎間隙描出を目指したファントム実験

Phantom experiments for ultrasound imaging of thoracic spine gap to assist epidural anesthesia

☆副島湧介, △大西詠子, △山内正憲, 荒川元孝(東北大学)

【目的】硬膜外麻酔の穿刺位置である胸椎間隙描出の鮮鋭化を目指した超音波送受信条件について検討するために、生体を模擬したファントムを作製し、偏向させた超音波ビームを用いた計測を行った。

【実験】グラファイト粉末(濃度 1.5 wt%)入り寒天によって、3D プリントで作製した模擬胸椎(Th6~8)を深さ 30 mm に包埋することでファントムとした。このファントムに対して、ステアリング角 ψ を -35° ~ 35° (5° 間隔)として超音波を送信し、192 の素子によって受信した。

【結果】間隙を形成する左右 2 つの骨ファントム(Fig. 1(a))に対して、それぞれステアリング角 ψ と受信素子範囲を選択的に変更し、さらにプローブの受信指向性の補正も行った結果を Fig.1(c) に示す。同様のファントムを $\psi=0^{\circ}$ で計測した Fig. 1(b)と比較して、Fig. 1(c)では骨ファントムを強調することができ、骨と間隙の CN 比も左側で 16.3 dB、右側で 6.0 dB 改善した。

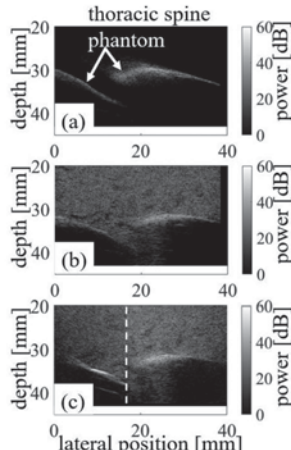


Fig.1: B-mode images of (a) phantom without scatterer ($\psi = 0^{\circ}$), (b) phantom with scatterer ($\psi = 0^{\circ}$), and (c) phantom with scatterer (left side: $\psi = 15^{\circ}$, 96 elements on the right side; right side: $\psi = -10^{\circ}$, 96 elements in the center).

2-8-7

2-8-7 鳥島(須美寿島)近海の地震に伴う 海中伝搬波について

Underwater acoustic waves associated with earthquakes near Torishima Island (Smith Rocks)

○岩瀬良一(JAMSTEC)

- ◆2024年9月24日08:14 JST 頃に伊豆諸島南部の須美寿島付近で発生した「鳥島近海の地震」は、更にその南方の蟠婦海山付近で2023年10月9日早朝に発生した鳥島近海の地震と同様、通常の地震における地震の規模では想定されない顕著な津波を伴った特異な地震であり、火山活動との関係が指摘され、海底ケーブル型観測網の地震計及び一部の陸上観測点の地震計により海中伝搬波を観測した。
- ◆後者の鳥島近海の地震の後に南海トラフ沿いに新たに設置された海底ケーブル型海底地震観測網N-netのデータを含め、観測された海中伝搬波の特徴を調査した。
- ◆後者の鳥島近海の地震に伴う海中伝搬波では、特に南西諸島地域の観測点への海中伝搬波の到達が、日本海溝沿いのS-net観測点に比べ遅延しており、2024年8月8日に発生した日向灘の地震に伴う海中伝搬波との比較から、黒潮による東向きの潮流の影響が示唆された^[1]。
- ◆しかし、今回はそうした遅延が見られず、信号の伝搬経路と潮流の流路との関係を含め、伝搬経路の影響等を詳細に調査する必要がある。
- ◆地震計で観測された海中伝搬波の解析により、主イベント以外の震央が決まっていない小規模のイベントも検出している。これは対応する火山活動の解明に資することが期待される。

参考文献

[1] 岩瀬, 地震学会(秋), S23P-12, 2024.

2-8-6

2-8-6 秋季の日本海(Japan Sea)における音源深度 と伝搬形態の変化

Variation in source depth and propagation pattern on the continental side of the Japan Sea in autumn

○鶴ヶ谷芳昭(三陽精工), 菊池年晃(防衛大)

◆日本海の特徴は200 m以深に日本海固有水と呼ばれる水塊が存在し、海水温度は約 0°C である。秋季、海水温度の低下によって、海面付近の音速は低下し、サウンドチャンネル(SC)軸深度の深度は上昇する。垂直音速プロファイルにおいて海面付近の層は弱い負傾度であり、その下は、1層より強い負傾度の音速層を有し、さらにSC軸深度まで音速は減少する。その結果、約250 mのSC軸深度までの音源深度(SD)において、海面ダクト伝搬から収束帯伝搬、SC伝搬を生じ、さらにSDがSC軸深度より深くなると拡散音場を生じる。

◆Fig. 1にSDの違いによる音波伝搬の比較を示す。周波数は1200 Hzである。a)はSD 10 mであり、海面ダクト伝搬、b)はSD 100 m、サブマージの収束帯伝搬、c)はSD 243 m、SC伝搬を生じている。秋季の音速プロファイルのため、日本海においてはSDの深度を深くしていくと小さなSDの違いによって、音波伝搬形態が変化する。

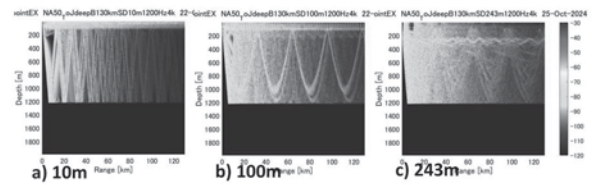


Fig. 1 Comparison of sound propagation caused by the depth of sound source SD a) 10 m b) 100 m c) 243 m

2-8-8

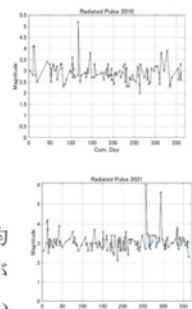
2-8-8 紀伊半島南東沖地震の震源構造とその発 震年次変化

Hypocenter structure of the earthquake southeast off the Kii Peninsula and its annual change

○菊池年晃(防衛大)

中部海域には地震を頻発する震源域が幾つか存在する。その中で最も活動的な紀伊半島南東沖震源域は、地域的に限定されているだけでなく深度的にも二分化されている。それらは深度 50km 付近の浅部震源域と深度 400km 付近の深部震源域とが存在する。

2016年に、これらの震源域で発生した累積エネルギーは重要な特性を示した。深部と浅部のエネルギー推移は一致して、浅部域のエネルギーは深部域のそれより時間的な遅れがある。また、深部域での2010年の発震はパルス的な発震(上図)を示した。平均的な値3の中で、M 5.3のパルス的な発震が表れた。この発震分布は観測データ(2004年から2023年)のほぼ全般で見られた。また、異なる東海沖震源域でもパルス的な発震(下図M 6.0)が観測された。そのパルス的な発震は4月から8月の範囲に発生している。即ち夏至の前後に発生していることから月の引力が発震に寄与していると考えられる。従って、地球のなりわいに関連した発震であることから、Statistical Energy Analysis(SEA)では基本発震源の音源と見なせる。従って、地震のSEA的伝搬モデルが構築できる。それを元に地震予知モデルを構築できる。



2-9-1

2-9-1 付加製造法で作成した複数回折り畳まれた細管を有する孔あき板の吸音特性

Sound absorption of perforated panels with multi-folded tubes made by additive manufacturing

○中西伸介(広島工業大・工)

◆複数回折り畳まれた長い細管 (Fig. 1) を内部に有する孔あき板を付加製造法で作成して垂直入射吸音率を測定し、その測定結果を理論解の予測結果と比較し、吸音特性の予測精度の向上について考察する。

◆既報で示した孔あき板の吸音特性の理論解において、開口部における音響インピーダンス比の実部に屈曲部の局部抵抗の合計 $r_{corner} = \sigma \Delta Re[z_s]$ を付け加えることで、その吸音特性を予測する精度を向上させることが示唆された。

$$r'_{HR} = k\delta_v \frac{l'}{a} + k(\gamma - 1)\delta_t \frac{l}{2a} + r_{corner}$$

◆細管の屈曲部に生じる局部抵抗の合計は、屈曲に伴う隅角部の数に比例することが推測される (Fig. 2)。

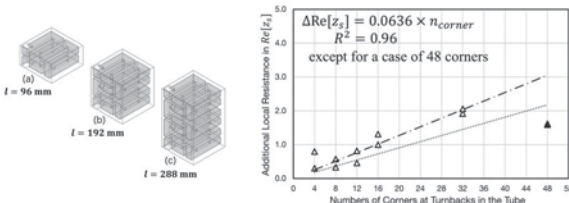


Fig. 1: Examples of multiple folded thin tube applying to a module. Fig. 2: Additional local resistance $\Delta Re[z_s]$ in $Re[z_s]$ and the approximation formula.

2-9-2

2-9-2 気柱配列吸音体による小空間の低音域吸音に関する数値解析

Numerical analysis on low-frequency sound absorption with a pipe array absorber in a small room

☆鈴木徹志, 佐久間哲哉 (東大・工)

◆気柱配列と多孔質材による薄型の低音域吸音体について、小空間壁面設置時の吸音効果 (室内音圧レベル変化) の数値解析を行った。

◆気柱の種類 (開管・閉管) や配置、多孔質材の配置・充填率を変えて複数条件で検討を行った結果、多孔質材を気柱中央部に設置した吸音体が広帯域の吸音効果を持つことが明らかとなった。特に充填率 44 % の条件において 80~125 Hz 帯域で 5 dB 程度の低減が生じたほか、設置前後の周波数特性から吸音体設置により部屋の固有モードによるピークが複数抑制される様子が確認できた (Fig. 1)。

◆気柱共鳴のほか、部屋の固有周波数において室内音場との連成により開管気柱内部に二次元的な粒子速度分布が生じる現象が確認された。

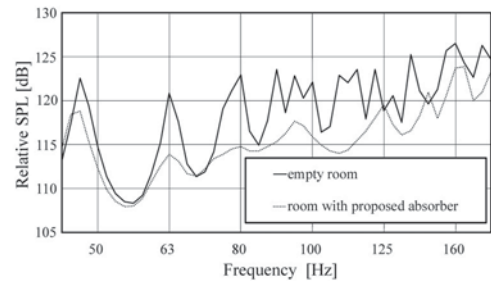


Fig. 1: Frequency characteristics of indoor average sound pressure level with and without proposed absorber in a small room.

2-9-3

2-9-3 スリットを有する微細周期構造の幾何形状と吸音特性に関する回帰分析

Regression analysis of the geometric shape and sound absorption properties of micro-periodic structures with micro slits

☆城修平(近畿大院), 菅原彬子, 平栗靖浩(近畿大)

◆音響メタマテリアルとして、単位格子にスリットを有する微細周期構造を設計し、開口率の変化が吸音特性と輸送パラメータに与える影響を確認した。(Fig.1)

◆数値解析の結果から、スリットの数を増やし、スリットの幅を小さくすることで、流れ抵抗が向上し、ピークディップの少ないなだらかな吸音特性になることが示唆された。また、開口率が減少すると、流れ抵抗が単調減少することが確認できた。(Fig.2,3)

◆回帰分析結果より、決定係数が 1.00 を示し、開口率から流れ抵抗が正確に推定できた。これらより、流れ抵抗を推定する回帰モデルの有用性が確認できた。(Fig.3)

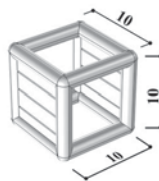


Fig. 1: SC3 model

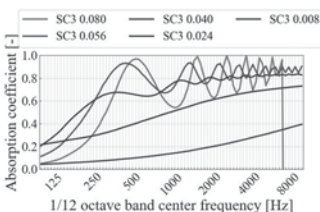


Fig. 2: Absorption coefficients with Varied aperture ratio in the SC3 Model

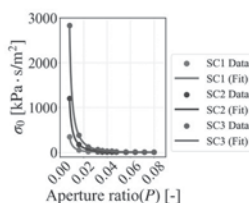


Fig. 3: Regression analysis results Between aperture ratio and airflow resistivity

2-9-4

2-9-4 アンサンブル平均を用いた吸音特性の現場測定法 - 平均操作に関する考察と PU センサ校正法の改良 -

An in-situ measurement method using ensemble averaging technique for sound absorption of materials

- Averaging process and improvements of pu-sensor calibration -

○大鶴 徹, 富来礼次, 岡本則子(大分大・理工), △今岡賢宝(大分大院)

◆Internoise2024 において J. Davy は、残響時間や吸音特性の測定に "Ensemble averaging" が効果的と指摘した

◆本稿では、最近残響室内で実施した EApp 法と EApu 法によるグラスウールの吸音特性測定を例に (Fig. 1 参照)、EA 法の後処理過程における平均操作の概要と効果について説明する

◆あわせて、EApu 法で使用する PU センサの校正法へ修正を加え、表面インピーダンスや吸音率の測定結果へ及ぼす効果を確認した

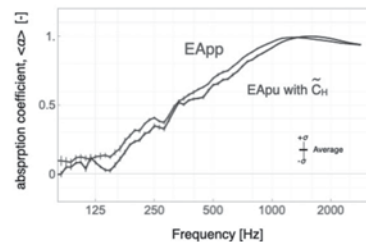


Fig. 1: Comparison of absorption coefficient values of a glass-wool panel obtained by the EApp method and by the EApu method. In the EApu method measurement, a PU-sensor was calibrated in an acoustic-tube; and correction value C_{H1} for the transfer function between sound pressure and particle-velocity was derived from a curve-fitting process.

2-9-5

2-9-5 12方向の音響インテンシティ測定と方向別拡散度の評価

Sound intensity measurement in 12 directions and evaluation of directional diffuseness

○尾本章 (九大・芸工), △大貫 竜太郎, △廣田 奏斗 (九大・芸工)

- ✓ 指向性が鋭いマイクロホンを、水平角、仰角とも45度間隔で24方向に向けて配置し、音場情報収集を行うシステムを構築している。
- ✓ このマイク配置を用いて、C-C法に準拠した方法(擬似C-C法)で音圧と粒子速度を測定し、擬似的なインテンシティおよびエネルギー密度を算出、さらに方向別の拡散度を定義した。
- ✓ 無響室・残響室での測定結果から有用性を確認した。

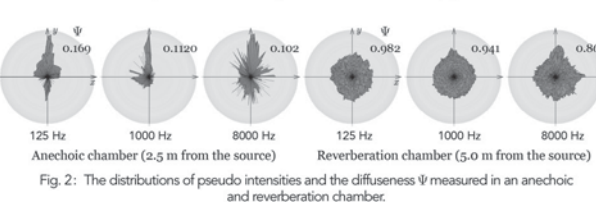
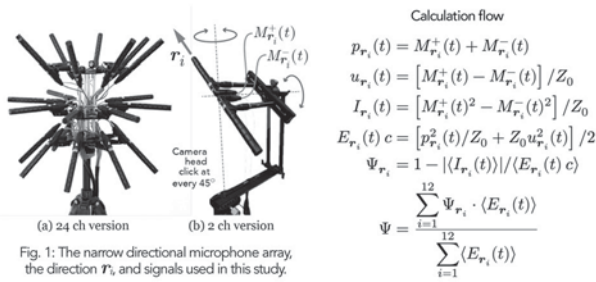


Fig. 2: The distributions of pseudo intensities and the diffuseness Ψ measured in an anechoic and reverberation chamber.

2-9-7

2-9-7 矩形断面音響管による吸音構造体表面における散乱の計測—理論値との比較—

Measurement method of the scattering effect of sound absorbing structures using a rectangular cross-section impedance tube - Comparison of measured and theoretical values

○真田 明, 藤本 望夢(岡山工技セ),

勝原 聡寛, 宮本 光亮(日本音響エンジニアリング)

- ◆ 著者らは、これまでに矩形断面音響管と16本のマイクロホンを用いて、垂直に音波が入射した際の吸音構造体表面における散乱を計測する手法を提案した。
- ◆ 本研究では、単純な構造を対象として反射率を理論的に導出し、実際に測定した結果と比較することで、計測手法の妥当性を検証した。
- ◆ Fig.1 に示すスリット状の溝に多孔質吸音材料が設置された構造を対象とし、垂直に入射した音波の振幅に対する反射する各音響モードの振幅の比 r_{0-i} の式を導出した。
- ◆ 実験結果と理論値を比較した結果、両者はよく一致したことから、測定結果の妥当性および計測手法の有効性を示すことができた。

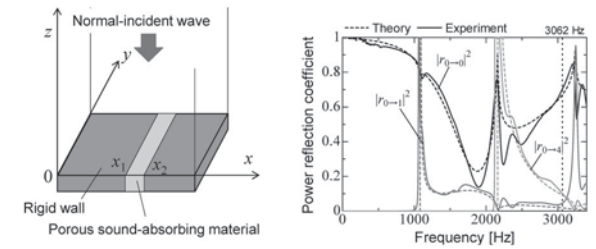


Fig.1: Scattering calculation model. Fig.2: Measured and theoretical results of the power reflection coefficients ($x_1=80$ mm, $x_2=120$ mm).

2-9-6

2-9-6 音響管によるカーディオイドマイクロホンの較正方法に関する検討

○星 和磨, 羽入 敏樹(日大・短大)

筆者らは、カーディオイドマイクロホンで音圧と粒子速度を捉える方法を提案している。実際にこれら物理量を測定するためには、音圧と粒子速度の感度を予め同定する必要がある。φ100 mm 音響管を用いて感度特性を測定することを試み、音響管の性能で決まる2 kHz までの感度係数を捉えることができた。

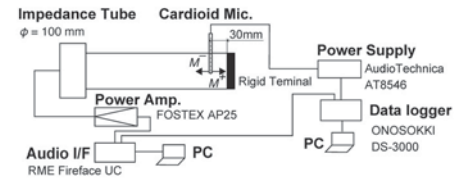


Fig. 1 Measurement block diagram for the sensitivity coefficients of the pressure and sound velocity of a cardioid microphone.

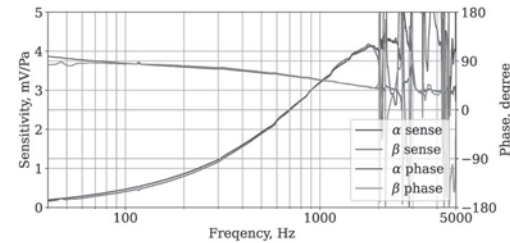


Fig. 2 Results of measuring the sensitivity coefficients of the pressure and sound velocity of a cardioid microphone DPA 4188.

2-9-8

2-9-8 モードマッチング法を用いた非軸対称ヘルムホルツ共鳴器の吸音特性解析

Analysis of Sound Absorption Characteristics of Asymmetric Helmholtz Resonator Using Mode-Matching Method

◎岩永尚文, 本地由和(ヤマハ)

- ◆ ヘルムホルツ共鳴器等の共鳴器型吸音構造の吸音特性の予測精度向上をねらいとして、導波路の波動解析に用いられるモードマッチング法(MMM)を適用する検討をすすめている。
- ◆ ヘルムホルツ共鳴器は、そのネック・キャビティの位置関係によって、その共鳴周波数に変化することが知られているが、伝達マトリクス法のような平面波伝搬を仮定した手法で吸音特性を予測する場合には、対象ごと適した開口端補正を考える必要がある。
- ◆ MMM を用いた3次元波動解析を適用することにより、対象ごとの開口端補正量を個別に考慮することなく、有限要素法(FEM)と同等の吸音特性解析結果が得られることを確認した。

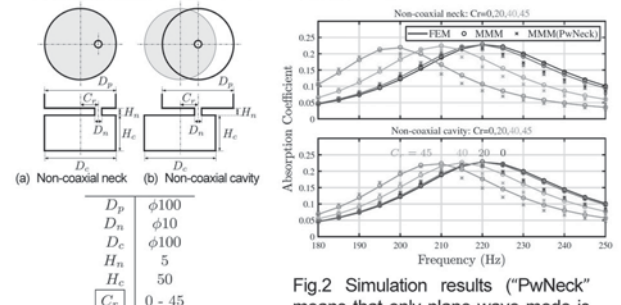


Fig.1 Circular asymmetric resonator models (Unit : mm). Fig.2 Simulation results ("PwNeck" means that only plane wave mode is considered in the neck element)

2-9-9

2-9-9 放射・受信指向性を考慮した鏡像法による音場解析

Sound Field Analysis Using the Image Source Method
Considering Radial and Receiver Directivities.
○岩見貴弘, 井上尚久, 尾本章 (九大・芸工)

- ◆我々はこれまで空間微分作用素を用いた指向性モデルの提案, 及びこれを用いた音場解析手法を提案してきた。
- ◆本稿では, 用いる関数の数を効率的に減らせる方法論として放射・受信指向性を考慮した鏡像法を提案する。
- ◆Hobson の公式を用いて, 一般次元の周波数領域及び3次元の時間領域鏡像法を構築した。
- ◆時間領域手法のモノポール放射及び鋭指向放射の比較を行った。
- ◆結果として, モノポール放射は常に正の値を取りながら単調減少, 指向性放射は鏡像の方向に対応した指向性が反映された正又は負の値を取ることを確認した。

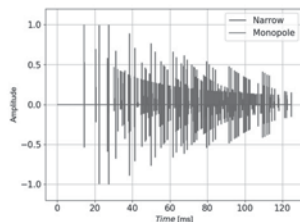


Fig.1 The impulse responses calculated using the proposed method.

2-10-2

2-10-2 防振材を利用した設置共振の誤差を低減する環境振動測定方法

Environmental vibration measurement method to reduce errors in contact resonance using vibration control rubbers
○富田隆太(日大・理工)

- ◆建築物内の環境振動測定には, 振動レベル計が用いられている。
- ◆振動レベル計の振動ピックアップを床に設置する際には, 「設置共振」に留意する必要がある。
- ◆「設置共振」とは, 床構造上にやわらかい床仕上げ材(カーペットや畳等)が施工されている場合に, 「振動ピックアップの質量」と「床仕上げ材のばね」によって共振が生じる現象をいう。
- ◆設置共振については, これまでも検討されてきているものの解決には至っていない。
- ◆そのため, 現在でも床仕上げ材がカーペットや畳の場合には, それらを剥がして計測するか, またはフローリング等のかたい別の位置で計測するかとなり, 大きな課題と考えられる。
- ◆筆者らはこれまで, 防振材を利用した設置共振の誤差を低減する環境振動測定方法について継続的な研究を行ってきた。
- ◆本稿では, 設置共振の誤差を低減して, 精度の良い環境振動測定を行うことができる一つの提案として, 防振材を利用した設置共振の誤差を低減する環境振動測定方法について紹介させていただいた。
- ◆カーペット, 建材量については本研究の基本的な推定方法で精度のよい推定を行うことができると考えられる。
- ◆本量については, 推定方法を応用した2種類の修正推定方法を考慮することで, 誤差を小さくできると考えられる。

2-10-1

2-10-1 「振動測定マニュアル」の変遷と Ver. 2 の概要

Revision of "Vibration Measurement Manual" and summary of Version 2
○馬屋原博光(リオン), 横島 潤紀(神奈川県環境科学センター),
平尾 善裕(小林理研)

- ◆日本騒音制御工学会・環境振動評価分科会では, 振動測定マニュアル Ver. 1 を 2014 年に公表し, 2023 年に改訂版 Ver. 2 を公開した。本稿では, これまでのマニュアルの変遷と改訂内容についての概要を報告する。
- ◆振動規制法では振動源の敷地境界での振動測定を定めているが, 苦情対応では, 実際に人々が振動を感じる建物内部での振動測定により, 暴露状況を的確に把握し, 客観的に評価することが重要である。
- ◆振動に関する苦情の解消が振動規制法に基づく対応では困難な場合に, その解決に向けた振動対策を目的とする技術資料として「振動測定マニュアル Ver. 1」を作成した。
- ◆Ver. 2 では測定機器の性能向上を反映し, 家屋内の5点測定位置を規定し, 優先順位を追加した。また, 測定機材の構成例に機器の仕様を記載し, 構成を把握しやすくした。複数点の測定データを用いた結果算出方法も明確化し, 測定位置の優先度やピックアップ支持具の例も追加した。
- ◆今後, 本マニュアルに沿った測定事例の蓄積と, その公開が重要である。また, 広く活用される内容への改訂を継続する。
※ 振動測定マニュアルは以下の URL よりダウンロード可能です。
<http://www.ince-j.or.jp/subcommittee/kankyoshindohyoka>

2-10-3

2-10-3 精密機器工場の除振計画

Vibration isolation plan for precision equipment factory
○藤田鋭志(ゲルブ・ジャパン)

- ◆世界の半導体市場(出荷額)は2015年以降増加傾向にあり, 国内においても徐々に増えている傾向が見られる。半導体をはじめとした精密機器の製造工程では, レーザー加工やNC旋盤による精密加工, 集積回路の製作, 電子顕微鏡による作業や精密測定など極めて高い精度が求められる。これらの工程を効率的に行うためには, 防塵性能を確保するクリーンルームの設置やアウトガスへの対策など, 高潔度を維持する建築計画が求められる。
- ◆また, 振動対策も重要な項目であり, 機器単体においても, AMD を内蔵したり(制振), 除振台に機器を載せるといった手法が取られている。生産設備全体の対策, すなわち建築側の対策としては, 浮床による除振, 高剛性架台/床による対策, TMDIによる対策(制振), 地盤改良による対策などがあり, 必要な範囲や振動低減量によってこれらの手法が使分けられている。
- ◆本稿ではこれらの振動対策の中でも「浮床による除振」に焦点を当て, クライテリアの設定や仕様決定の方法について実例を交えながら計画手法について述べる。

*総務省, 令和6年版 情報通信白書, 第II部第1章第5節, pp. 147-148, 2024

2-10-4

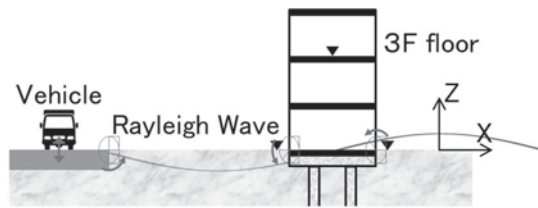
2-10-4 道路交通振動の建物入力と応答 —軟弱地盤上に建つ3階建て非住宅を一例として—

Building Input and Response to Road Traffic Vibration

- An Example of a 3-Story Non-Residential Building on Soft Ground -

○石田理永(石田振動環境研究室), 林健太郎(ベネック振動音響研究所),
△中田信治(旭化成ホームズ)

- ◆**道路交通振動の地盤から建物基礎への入力機構の解明に資するため、軟弱層の厚い地盤上に建つ小規模な3階建て非住宅を一事例として、振動実測とシミュレーション解析による建物水平方向の振動応答の検討をおこなった。**
- ◆**検討の結果、当該事例においては、建物基礎が地盤の水平方向振動に追随して並進するのみではなく、地盤の鉛直方向振動の位相差に追随してロッキングもしていることがわかった。このようなケースでは、単に地盤の水平方向加速度波形を建物基礎に入力するだけの方法では、建物応答を過小に予測してしまうことになる。**



Mechanism of Building Input and Response to Road Traffic Vibration

- ◆**建物基礎の並進とロッキングの双方を考慮することで、応答予測結果は建物3階中央の水平方向の実測記録を良好に再現できた。**

2-10-6

2-10-6 内部・外部振動の評価事例

Evaluation examples of vibration problems caused by internal and external vibrations

○大塚友理, △増田圭司(フジタ)

大規模建築物の長スパン化に伴い床の振動問題を検討する事例が増加しており、筆者らは解析による事前検討や、実建物での振動計測を行ってきた。本論では、居住性能評価規準や、環境振動設計の手引きに基づき、内部および外部振動源による振動問題を検討した事例を紹介する。

内部振動源による振動問題については、病院を対象として解析による事前検討と躯体時・竣工時それぞれの振動計測を行った事例について紹介する。事前の解析と躯体時に計測した振動は同程度であった。

外部振動源による振動問題については、事務所ビルを対象として検討を行った事例について紹介する。建設前に現場で計測した加速度をもとに、建設後の建物に作用する振動を予測した。

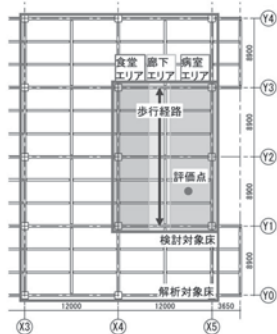


Fig.1: Floors with internal vibrations

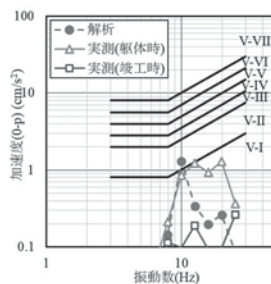


Fig.2: Floor vibration evaluation

2-10-5

2-10-5 戸建て住宅の環境振動特性と 道路交通振動の評価事例

Environmental vibration characteristics of detached houses and an evaluation example of road traffic vibration.

○東田豊彦(積水ハウス, 総合住宅研究所)

- ◆**環境振動に起因する建物内での体感振動発生は、居住環境を低下させる要因となります。**
- ◆**日本建築学会/環境振動運営委員会/小規模建築物の振動特性 WG にて確認した体感振動のある戸建て住宅の振動特性を初めに紹介します。**
- ◆**その後、「居住性能確保のための環境振動設計の手引き」で紹介された道路交通振動を振動源とした鉄骨3階建て住宅の応答予測と評価事例を紹介します。**
- ◆**戸建て住宅の振動特性は把握を図っていますが、まだまだ不明なことが多くあります。本報告にて現象の理解と課題の認識となることを望みます。興味があれば一緒に活動しましょう。**

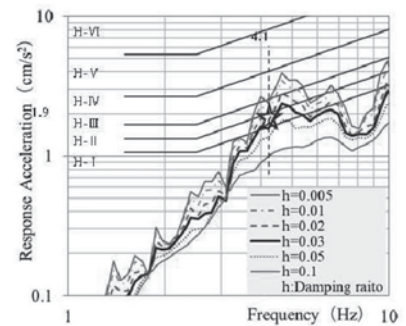


Fig.1: Evaluation level and damping ratio after completion

2-10-7

2-10-7 建築物の振動に関する居住性能評価指針 ／規準の変遷(1991~2018)

Progress of changes in standard for the evaluation of habitability to building vibration (1991-2018)

○横山 裕(東京科学大学)

日本建築学会環境振動運営委員会の最も重要な活動成果の1つに、「建築物の振動に関する居住性能評価指針／規準」が挙げられる。本講演では、その初版である1991年版から最新の2018年版までの変遷と、次回改定に向けた課題について、私見も交えて解説する。

1991年版は、歩行や道路、鉄道、建築物内外の各種機器による床の鉛直振動と、風による建築物の水平振動を対象としており、当時普及していた国内外のいくつかの研究結果や基準類を総合的に勘案して、振動数・振幅平面上に等感覚、評価曲線を描いた評価指標が示された。

2004年版では、道路、鉄道による水平振動が新たに対象に加えられるとともに、1991年版では曖昧だった非定常的な振動の評価曲線への照合方法が明確に規定された。一方、「一般的なレベル」、「より望ましいレベル」などの性能評価区分がなくなり、知覚確率のみとなった。

2018年版では、加振力や応答測定点の設定方法などの設計的要素を切り離し、振動とそれに対する居住者の評価との関係を表す指標のみを評価規準として独立させた。なお、設計的要素は、別途刊行する「設計指針」にまとめることとした。また、居住性の程度が具体的に把握できる目安が復活するとともに、非定常的な振動について、評価指標と照合する振幅を振動の継続時間に応じて低減する評価方法が示された。

次回改定では、鉛直と水平2方向が複合された振動の評価方法の提案を目標としており、現在、そのための学術的知見の蓄積を進めている。

2-10-8

2-10-8 環境振動評価の最近の動向

Recent trends in the assessment of environmental vibration

○松本泰尚(埼玉大院・理工研)

- ◆環境振動の評価に関わる最近の動向について概説する。国内の動向として振動規制法の施行状況、国外の動向として国際規格 ISO 2631-2 改訂をそれぞれ取り上げる。
- ◆国内の振動苦情件数は、2000 年以降増加傾向にある。コロナ禍の2020 年以降その傾向は顕著で、最新の2022 年度は過去最多であった。振動規制法改正の動きは無いが、何らかの対策が期待される。
- ◆建築物の振動評価に関する国際規格 ISO 2631-2 は、評価基準に関する情報を含める形での改訂が検討されている。現状の案では、鉄道振動、建設作業振動、発破振動それぞれを対象に、振動に対するアノイアンスに関する曝露-反応関係が示されている。Fig. 1 は鉄道振動の例で、欧米8か国の社会調査を対象としたメタ解析により求められた。

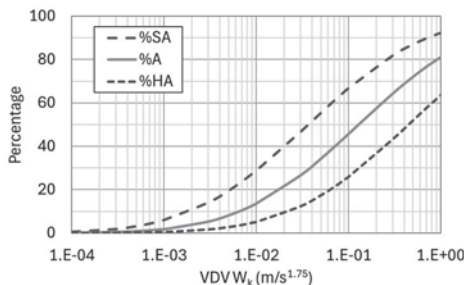


Fig. 1 Exposure-response relationships for community annoyance caused by railway vibration determined by the meta-analysis

2-10-10

2-10-10 交通振動により複合振動が伝搬している住宅を対象とした知覚度合に対する感覚評価法の提案

Proposal of sensory evaluation method for perception scale of combined vibration caused by traffic vibrations in houses

○松田貴(防衛基盤整備協会 / 日大・理工), 富田隆太(日大・理工)

- ◆建築物の内部に伝搬する振動を居住性能評価する国内の規準には、振動に関する居住性能評価規準・同解説(以下、規準)がある。この規準には性能評価図が定められているが、その性能評価図は鉛直振動と水平振動の各々に定められている。従って、鉛直振動と水平振動の複合方向が同時に知覚閾を超える場合(以下、複合振動)、適切に評価することができず、課題となっている。筆者らは、その課題解決に向けて複合振動を対象とした振動感覚評価に関連する報告を行ってきた。そこで、本報では、その報告した複合振動評価法に関する内容をまとめ、提案した複合振動評価法の算出例を紹介する。

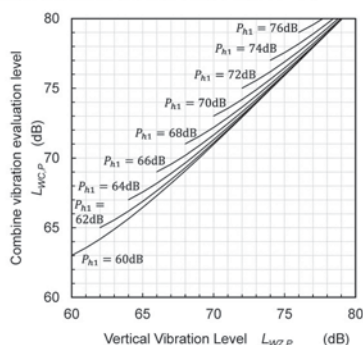


Fig. 1 Calculation chart for combine vibration evaluation level

2-10-9

2-10-9 振動の継続時間を考慮した建物水平振動の評価

Evaluation of horizontal building vibration with consideration of vibration duration

○林健太郎(ベネック振動音響研究所), 松本泰尚(埼玉大院・理工研), 横島潤紀(神奈川県環境科学セ/神奈川大), △東田豊彦(積水ハウス・総住研)

- ◆道路交通や鉄道などの外部振動による建物内の水平振動の評価方法を検討するために、加振台実験を実施し、振動曝露量と心理的反応の関係を検討した。
- ◆振動の大きさ、気になり具合、不快感の3種類の心理的反応を7段階の評定尺度によって評価した。
- ◆振動曝露量の評価値には、国内外の環境振動分野で最大値と振動の継続時間を考慮した評価方法を用いた。
- ◆評価値と心理的反応の相関関係を確認すると、いずれの評価値の相関係数が高いことが確認できたが、振動の継続持続時間を1/4乗で考慮する評価値の相関係数がわずかに高かった。
- ◆心理的反応に対する加速度の最大応答値と振動の継続時間による多重ロジスティック回帰分析によって検討した結果、振動の継続時間を考慮する評価方法の妥当性を確認した。
- ◆不快感の反応割合を推定すると、加速度応答値が同じ場合、継続時間が長いほど反応割合が高いことがわかった。

2-10-11

鉄道騒音・振動刺激による心理反応の実験的検証

—複合刺激に対する評価方法の一検討—

An experimental study on psychological responses to railway noise and vibration stimuli

○森原崇(石川高専), 松本泰尚(埼玉大), 横島潤紀(神奈川県環境科学セ/神奈川大), 林健太郎(ベネック)

- ◆鉄道からの音と振動を実験室にレベルを変えて再現し、計算作業時における影響を検討した。
- ◆振動は鉛直振動と横方向の水平振動を組み合わせ、さらに3段階の音刺激を実験参加者に提示した。
- ◆2軸振動を一つの尺度として扱えるように、単純合成、卓越振動、補正合成により振動の大きさ感との対応を検討した。Fig.1 は最も対応が良かった結果である。
- ◆この振動評価量と妨害感や不快感との対応を分析し、音の影響について検討した。

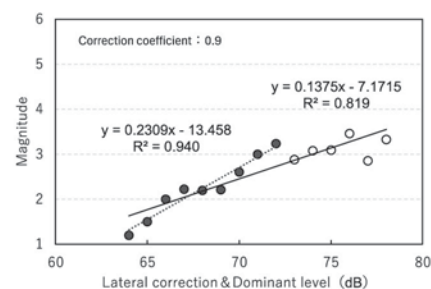


Fig. 1 Lateral correction and dominant level

2-10-12

2-10-12 鉄道騒音・振動の複合暴露による住民反応への影響

Effect of combined exposure to railway noise and vibration on community response to noise

○横島潤紀(神奈川県環境科学センター/神奈川大学)

筆者が取り組んできた鉄道騒音・振動の複合暴露による住民反応への影響を総括するために、既往の社会調査により得られた戸建住宅の個票データを再精査して二次分析を行った。集積した個票データは、在来線鉄道と新幹線鉄道を合わせて13の社会調査から得られたものである。アノイアンスに対応する曝露量には L_{den} 、睡眠妨害には L_{night} 、そして振動曝露量としては地盤上の L_{vmax} とした。本報では、騒音と振動それぞれの曝露量が広範囲に分布しているデータを用いるために、新幹線鉄道と在来線鉄道を区別せずに分析を行った。多重ロジスティック分析の結果、高度のアノイアンス (Table 1) では、騒音の曝露が主体的、振動の複合曝露が二次的であることが分かった。一方、高度の睡眠妨害 (Table 2) に対しては、騒音と振動の曝露による影響は同程度であり、高度のアノイアンスと比べて振動の影響が強いことが分かった。

Table 1: Multiple logistic regression analysis for annoyance.

Item	p	OR	95%LCI	95%UCI
L_{den}	<0.001	1.081	1.070	1.092
L_{vmax}	0.006	1.051	1.040	1.063
$L_{night} * L_{vmax}$	0.002	0.998	0.997	0.999

Table 2: Multiple logistic regression analysis for sleep disturbance

Item	p	OR	95%LCI	95%UCI
L_{den}	<0.001	1.046	1.031	1.061
L_{vmax}	<0.001	1.049	1.035	1.063
$L_{night} * L_{vmax}$	0.005	0.998	0.997	0.999

2-11-2

2-11-2 超音波画像法にもとづく舌の相対的サイズ計測の試み

An Attempt at Measuring the Relative tongue size Based on Ultrasound Imaging

◎孫静(神戸大)、北村達也(甲南大)、能田由紀子(国語研)、牧野桃子、談曉鋒、山根典子(広島大)、林良子(神戸大)

◆本研究では、日本語母語話者8名と中国語を母語とする日本語学習者2名を対象に、発話時の舌の動きに影響を与える舌の相対的なサイズ(RTS)と舌の運動速度の関連性を分析した。超音波画像法とリアルタイムMRI (rtMRI) を用いて舌の輪郭を抽出し、RTSを計測した。

◆超音波データでは舌の可動域(A_c)を凸包面積で表し、母音*/i/*発話時の舌面積(A_i)との比(uRTS)を定義した。さらに、「北風と太陽」の発話データから舌の運動速度を計算した。

◆rtMRI データと超音波データで計測したRTSには高い相関($r = 0.87$)が確認され (Fig.1)、超音波データを用いたRTS計測の有効性が示された。また、uRTSと舌の運動速度には負の相関($r = -0.73$)が見られた (Fig.2)。

◆RTSが大きいほど、 A_c と A_i の差は小さくなり、運動速度が低下することで滑舌や発音の明瞭度に影響を与える可能性が示唆された。

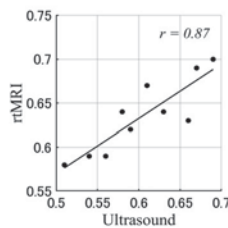


Fig.1: Correlation between uRTS and RTS.

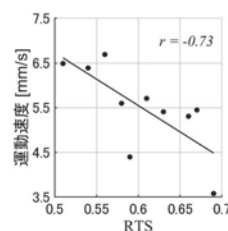


Fig.2: Correlation between uRTS and tongue velocity.

2-11-1

2-11-1 梨状窩を模擬した分岐管を伴う声道模型の試作

Making prototypes of vocal-tract models with branches simulating pyriform fossa

○荒井隆行(上智大・理工)

◆我々は以前から、教育応用を主たる目的に声道の物理模型について様々なタイプのものを開発。

◆本研究では従来の声道模型と同じように教材としての応用を視野に、

◆屈曲式の声道模型の母音/a/をベースに分岐管を設けた模型を試作。

➢ Fig. 1(a) : 屈曲式の声道模型の母音/a/の外観

➢ Fig. 1(b) : 本研究で試作した模型

◆出力された母音のスペクトルを比較 (Fig. 2)。

➢ 3.5 kHz 以上に零点の影響などを確認

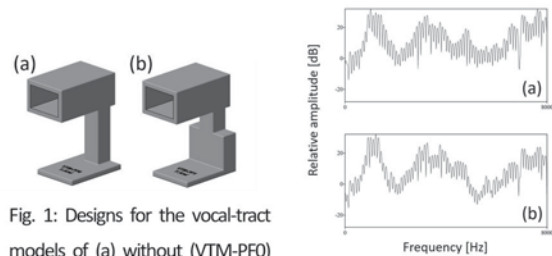


Fig. 1: Designs for the vocal-tract models of (a) without (VTM-PF0) and (b) with pyriform fossa (VTM-PF1).

Fig. 2: Spectra for the two vocal-tract models of (a) VTM-PF0 and (b) VTM-PF1.

2-11-3

2-11-3 オペラ歌唱の音高変化にともなう声道各部の変位の検討

Examination of displacement of various parts of the vocal tract according to pitch changes during opera singing

◎戸田菜月、竹本浩典(千葉工大)、高橋純(大阪芸大)

◆優れたオペラ歌手は、広い音域にわたり、豊かな響きを持つ声で歌唱することが可能であるが、その制御の詳細は未解明な点が多い。

◆先行研究では、rtMRI を用いて音高変化時の声道形状を分析した結果、頸椎、軟口蓋、口唇、喉頭などを制御していることが明らかとなった。

◆本研究では、軟口蓋の動きと音高の関係を検討した。

◆その結果、3名の歌手では鼻咽腔が開いていたが (Fig. 1左)、1名では閉鎖しており (Fig. 1右)、音高変化に伴う軟口蓋の変位パターンには個人差が見られた。

◆鼻咽腔の開きは、歌唱に重要な2-3 kHz帯域でエネルギーを増加させる要因の一つであると考えられるが、その程度や音高変化に伴う変位パターンには、形状の個人差や、流派や個人による鼻咽腔開閉の是非の違いによって、個人差が現れると推測される。

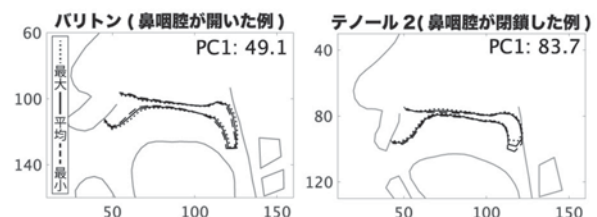


Fig.1: 軟口蓋の主成分分析結果(左:バリトン、右:テノール 2)

2-11-4

2-11-4 3次元音響シミュレーションの高速化の検討

Investigation of accelerating a 3D acoustic simulator

☆川内萌木登, △兩宮爽斗, △村中開至, △渡辺遮那, 福島侑希, 竹本浩典(千葉工大), 北村達也(甲南大)

- ◆われわれは鼻副鼻腔手術による音声変化を予想するために FDTD 法 (Finite-Difference Time-Domain method) による 3 次元音響シミュレータを構築している。
- ◆時間的に 2 次、空間的に 4 次の差分近似を用いる FDTD(2, 4)法を採用して MPI によって高速化した従来法では、1 名の鼻副鼻腔の伝達関数の計算に約 68 分要した。本稿では、時間的・空間的に 2 次の差分近似を用いる FDTD(2, 2)法を採用して GPGPU (General-Purpose Graphics Processing Units) で高速化した (提案法)。
- ◆提案法では従来法に比べて伝達関数が低域に約 1.3%シフトした (Fig. 1)。これは数値的音速の低下が要因と考えられる。
- ◆しかし、GPU のメモリバスやメモリの帯域幅が大きいクラウド環境下では、提案法により計算時間は従来法に比べて約 1/41 の 98 秒まで短縮した。

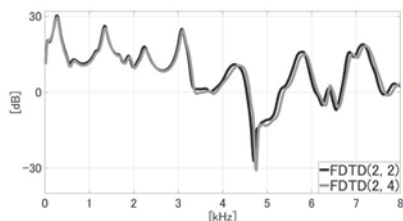


Fig.1: Transfer functions for a nasal and paranasal sinus model

2-P-2

2-P-2 ろう・難聴者による読み上げ文の明瞭度評価

Intelligibility Assessment of Read Speech by Deaf and Hard-of-Hearing Individuals

○小林 彰夫(大和) 安 啓一(筑波技大)

- ろう・難聴者の発話明瞭度の低下に起因する音声コミュニケーションの問題
 - 聴者がろう・難聴者の発話をどのように聴取し理解しているのか
 - 聴者が聴取する際の発話明瞭性に関する手がかりがわかれば、ろう・難聴者、聴者への支援に役立つ
- 評価方法
 - 聴者による主観評価では、ディサースリア評価で用いられる 5 段階評価に中間評価を加えた 9 段階の評価尺度を使用
 - 主観評価で得られたスコアをもとに、ニューラルネットワークを用いた評価スコアの推定
 - ろう・難聴者の発話の音素認識率と主観評価との関係
- 実験
 - 15 名のろう・難聴者による発話 (ATR 音素バランス文 B, C セット) を、15 名の学生聴者が聴取
 - 評価スコアの推定では、wav2vec2-xls-r-300m をベースに LoRA で学習
- 実験結果
 - 発話が比較的明瞭であれば、聴者間での評価は一致しやすい傾向がある
 - 予測値は主観評価スコアが低い場合に低くなる傾向がみられたが、統計的に有意ではない
 - 音素誤り率および母音の誤り率の双方で、誤り率の増加に伴い低評価になる傾向

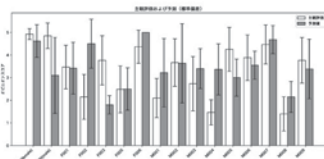


図 1: 主観評価と予測値の比較

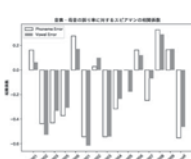


図 2: 音素誤り率との相関

2-P-1

2-P-1 構音障害支援を目的としたウェアラブルなリアルタイム音声デバイスの試作

A prototype of wearable real-time speech processing device for assisting articulation disorders

○藪謙一郎, 田中敏明, 伊福部達(東大)

- ◆筆者らは、第 1 ホルマント、第 2 ホルマントをペンや指でなぞった位置に応じて、楽器のようにコントロールして音声进行操作する音声生成器および、構音機能の補完デバイスを開発してきた。
- ◆この方式では、構音と発声分けて考え、話者の声をそのまま原音として利用して音韻以外の音声の特徴を維持して音声を変換する。
- ◆本発表では、音声処理機能や入出力インタフェースに加え、電源機能等を一体化した持ち運び可能な音声入出力デバイスを試作したので、その可能性と課題について報告する。

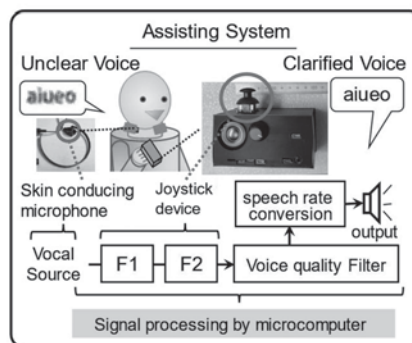


Fig.1: An outline of a speech-assisting system device using a speaker's voice as a sound source

2-P-3

2-P-3 感情強度が段階的に制御された音声の認知における加齢の影響

Effects of aging on the recognition of speech stimuli with gradually controlled emotional intensity

○齊藤千晶(認知症介護研, 名古屋市立大院), 中西亮太(名古屋市立大院), 中村篤(名古屋市立大院)

- ◆急速な高齢化に伴い、我が国の認知症者数は増加の一途である。認知症者は疾患の早期から感情内容の理解に困難さを生じることが指摘されているが、感情の強さの違いによる影響は十分検討されていない。
- ◆本研究では、精緻に感情の強さが制御された 2 通り (一方向変換と双方向変換) の方法で音声刺激の作成に着手し、健常高齢者を対象に音声刺激の妥当性と加齢による影響を検討することを目的に、サーストンの一対比較法を用いて予備実験を実施した。
- ◆一方向変換の方が若年者および高齢者ともに段階間のばらつきが少ない上で、目的感情の選択はできていた。しかし、総平均正答率から高齢者の怒りの正答率が最も低かった。また、若年者においても双方向変換と比較すると、正答率は高くはなく、音質自体に課題があるとも考えられた。
- ◆双方向変換は段階の間隔があいている等のばらつきが大きいかわ、目的感情の選択はできおり、総平均正答率から、若年者と高齢者とも一方向変換より全て高い正答率であった。よって、変換方法としては双方向変換を軸に、精度の向上を目的にさらに検討する必要があると考えられた。

2-P-4

2-P-4

「対話のこぼ」の形成要因

Factors Forming Dialogue Language

〇市川 薫(千葉大) 堀内靖雄(千葉大)

コミュニケーション障がい等を理解する為には、対話の形成要因を知ることが必要であり、その構造を考察した。対話処理はθ波リズム(相手との共通処理クロック)を基盤に、意味情報の階層構造(δ波リズム)を時間軸、発話からの知覚情報や発話器官制御情報、状況情報などからなるマルチモーダルな構造を空間軸とした時空間情報の同期した交換が中心となる。

対話機能は「生存保障」からの「要求」で、「省エネ性」と「実時間性」が最優先の「制約」である。各種制約下で、心理・生理的身体処理レベルの機能として最適な処理構造となっている。認知的情報空間が心理・生理的身体空間と言語情報空間の間に介在する。脳は対話機能の拡大要求に対応し、脳内では NN 構造の非線形組み換えが行われ、また脳外に対してはL1 共同体を活用、思考機能と記憶容量を拡大し(集団脳)、世代を超えた対話により情報を獲得(文化的遺伝等)している。対人関係機能(社会脳)は集団脳により拡充される。発見的情報の理解や汎化誤差に対する安全性担保機能は、集団脳の揺らぎによる最適化処理の効果と考える。音声では相互干渉を最短にする機能や声帯と声道の極零特性の干渉を避ける構造が存在していると考えられる。また多様な各種の制約は複雑性現象として反映、ヒトの発話らしさとなっている。

音声や手話は発現形態関連機能以外の背景要因は共通である。

2-P-6

2-P-6

演劇の質を高めるためのリズムの役割

Role of Rhythm in Enhancing Quality of Acting

☆三藤早葵, 石光俊介(広島市立大・情報)

- ◆演劇は同じセリフでも話し方のリズムや抑揚のつけ方、間の置き方を意識することで演技の質が向上する。
- ◆本研究では、セリフの間や音声特性に着目し、演劇経験者と未経験者の違いを調査した。そして、演技の質を評価する新たな指標の提案を目指した。
- ◆セリフの間の計測においては、ヒストグラムと平均時間の比較から、演劇経験者は間の置き方が似ている一方、演劇未経験者はばらつきが多いことがわかった。
- ◆スペクトログラムとピッチの比較では、プロの浪曲師は抑揚や強弱が豊かであるのに対し、男性被験者は演劇経験の有無にかかわらず、一定のリズムで落ち着いた印象であった。平均スペクトルは、声の安定性と響きはプロの浪曲師、経験者、未経験者の順で高かった。

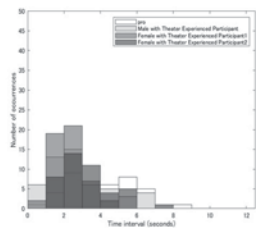


Fig.1: The timing of pauses in theatrical dialogue by Theater Experienced Participant

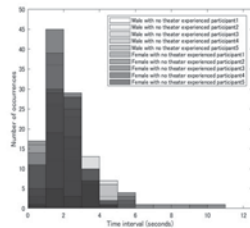


Fig.2: The timing of pauses in theatrical dialogue by No Theater Experienced Participant

2-P-5

2-P-5 笑い出しが制御された speech-laugh 合成音声の笑い声らしさの知覚

The laughterlikeness perception of speech-laugh synthesized with controlled laughing onset

☆瀬戸口 遼, 有本 泰子(千葉工大)

- ◆背景: 音素によって笑いの開始しやすさが異なったり、開始しづらい音素でも笑い開始時の音響的特徴が発話と異なることが分かっているが、その違いが笑い声らしさの知覚に影響するかは不明
- ◆目的: Speech-laugh 合成によって笑い出しが開始する音素を変更して笑い声らしさの違いを検証
- ◆分析: 2文字目が母音 /a/, /i/, /o/ のいずれかとして笑い出すように合成した 3 モーラの speech-laugh を合成し、合成音声を自然性と笑い声らしさから評価
- ◆結果: いずれの母音でも自然性や笑い声らしさに差は見られなかった
- ◆考察: 笑い声らしさの評価では息が吹き出す様な笑い声の評価が高かったため、笑い出しが始まる音素よりも、笑い出す息が認識できる音声が笑い声らしさに寄与している可能性がある

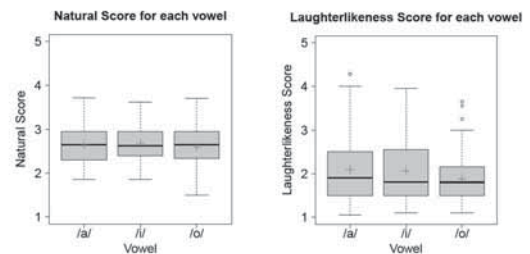


Fig.1: The Result of objective evaluation for each vowel (Left: Natural Score, Right: Laughterlikeness Score)

2-P-7

リアルタイム声質変換がコミュニケーションと対人評価に与える影響: 声質を変えない設定での調査

The effect of real-time voice conversion on conversation difficulty and interpersonal evaluation: Investigation with voice characteristics unchanged setting

☆菅野聖真(豊橋技科大院), △三苫慧人, 松井淑恵(豊橋技科大)

- ◆目標話者と入力音声話者を同一とし、声質の変化を最小限としたリアルタイム声質変換 (VC) を介した際の簡単なコミュニケーションに対する評価実験を実施した。
- ◆VC 対象者である協力者 (男性 2 人、女性 2 人) と評価者 (男性 12 人、女性 14 人) 間で簡単なオンラインゲームを実施させ、評価者が協力者に対して感じたコミュニケーションの難易度と対人魅力を質問紙で評価させた。
- ◆VC を介した条件と VC を介さない条件間で、コミュニケーション難易度の評価に有意差は見られなかった。課題の遂行手段としての評価である「道具的魅力尺度」について、両条件で有意な差は見られなかったが、VC を介すことにより若干の向上が見られた (Fig. 1)。

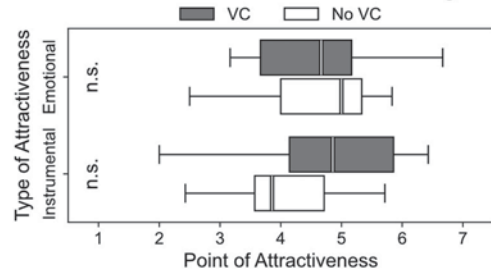


Fig.1: The evaluation result of interpersonal attractiveness. (white vertical line: median, n.s.: not significant)

2-P-8

2-P-8 世界諸英語話者間の相互シャドーイングに基づく聴取崩れに対する要因分析

Analysis of Factors Affecting Listening Disfluency Based on Mutual Shadowing Among World English Speakers

☆藤原朱里, 峯松信明, 齋藤大輔(東大院・工学系),
中西のりこ(神院大・グローバル・コミュニケーション学部)

ある世界諸英語話者が多様な世界諸英語話者を聞いた際の聴取の崩れを定量化(聴取崩れ)



世界諸英語話者について、聴取崩れに発音や韻律の違いがどのような影響を及ぼすのか分析しました!



2-P-10

2-P-10 参画型アバター支援言語学習システムを用いた大規模実験データに基づく英語表現定着度の比較

Comparison of English Expression Retention Based on Large-scale Experimental Data using Joining-in-type Avatar-assisted Language Learning

☆野村采加(同志社大院・理工学研究科), 田中龍弥(同志社大院・理工学研究科), 山本誠一(同志社大・研究開発推進機構), 加藤恒夫(同志社大・理工)

- ◆当研究室では、2体のアバターの英会話に学習者1名が参加して英会話の対面訓練を行うアバター支援言語学習システムを開発した。
- ◆学習者を質問回答グループとリピーティンググループの2つに分け、さらに、CEFRを基に2つのグループに分けて習熟度別に学習効果を比較した。
- ◆習熟度が低い学習者(CEFRLow)は、訓練最終日の5日目のテストとリテンションテストで質問回答グループの方が、リピーティンググループよりも有意に学習効果が高かった。一方、習熟度が高い学習者(CEFRHigh)は、訓練最終日の5日目のテストでリピーティンググループの方が、質問回答グループよりも有意に学習効果が高かったがリテンションテストでは有意差はなかった。

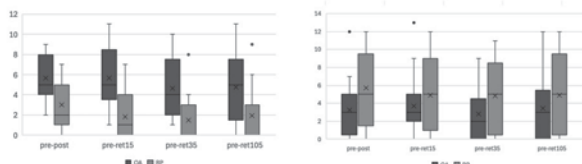


Fig.1: Increase in A rating responses from pretests (CEFRLow on the left, CEFRHigh on the right)

2-P-9

2-P-9 日本人小学生による英語復唱音声における語彙強勢の分析

Analysis of lexical stress in English repetition speech produced by Japanese primary school children

☆西岡学人(同志社大院), 加藤恒夫(同志社大) △菅原真理子(同志社大),
△SylvainCoulange (University Grenoble Alpes)

2020年度より全国の小学校で英語教育が3年生から前倒しされた。筆者らは学習初期の英語発音の特徴を捉えるため、小学4年生163名を対象に英語復唱音声を収録した。本研究では、児童が英単語の強勢をどの程度適切に実現しているか調査するため、多音節の英単語の強勢音節と弱勢音節のF0比およびIntensityの差を計測し、同年代のカナダ人児童と比較した。

分析の結果、第1音節が強勢の単語では、日本人児童(113%)とカナダ人児童(110%)でF0比の有意差は見られなかったが、お手本音声(137%)は両グループより有意に高かった。第2音節が強勢の単語では日本人児童(104%)とカナダ人児童(96%)で有意差が確認され、お手本音声(106%)は日本人児童と同程度であった。Intensityについて、第1音節が強勢の単語では日本人児童(4.2dB)とカナダ人児童(3.1dB)で有意差はなく、お手本音声(2.5dB)は日本人児童より有意に小さかった。第2音節が強勢の単語では日本人児童(3.13dB)は他の2グループ(カナダ人児童: 0.18dB, お手本音声: -0.82dB)と大きな差を示した。

日本人小学生はお手本のF0およびIntensityのコントラストを忠実にまねていた。一方、英語母語の児童は強勢を最低限のIntensityのコントラストにより示していると考えられる。

2-P-11

2-P-11 英語スピーキング力への発音訓練と知覚訓練の効果および訓練の順序効果

A study on the order effect of English pronunciation and listening trainings on speaking abilities of Japanese college students

○須藤路子(順天堂大), 伊藤憲治(国立感覚器セ)

本研究の目的は、発音訓練と知覚訓練がスピーキング力へ与える影響につき、訓練の到達度と順序効果を測定することであった。生成パターンをストレスのある母音の持続時間短縮率 compensatory shortening と ISI 持続時間制御の2要素の観点から分析した。

本研究の被験者は、英語圏在住経験の無い日本人大学生11名(男性6名、女性5名)であった。発音訓練を先に行い、リスニング訓練を後に行うグループ(発音訓練先行グループ)5名と訓練の順序を逆にしたグループ(知覚訓練先行グループ)6名を用意した。被験者グループのリスニング力とリーディング力をTOEFL ITP®により測定した。スピーキング力は、生成実験とTOEIC® Speaking Testで測定した。読解速度と語彙数も標準テストにより、測定した。各訓練の前後で、生成実験とリスニングテストを実施した。今回は、スピーキング力への2つの訓練の効果、および訓練の順序効果を検討した。

文頭のストレスのある母音持続時間のISI内のストレスのない音節を1から2および3に増加した時の短縮率は、訓練後において有意に改善された。特にストレスのない音節数が3の場合、音節数2よりも顕著な訓練効果を示した。訓練の順序効果は認められなかった。

上記ISIにおける持続時間制御は訓練前に確認されたが、両被験者グループとも訓練効果は認められなかった。

2-P-12

講演取消

2-P-13

2-P-13 音声資源の分類とそれぞれの収録・記録・提示手順の提案について

Proposal on classification of speech materials and protocol for their acquisition, archive, and presentation

○河原英紀(和歌山大), 榊原健一(北海道医療大), 水町光徳(九工大)
北村達也(甲南大), 矢田部浩平(東京農工大)

- ◆多様な音声資料の可用性を高めるため、収録状況や用途および再生方法などに基づいて分類することを提案し、それらの分類を支援するためのツール類と試験信号について紹介する。
- ◆会場では、これらの議論の内容について実際の機器を用いて紹介する。
- ◆音声資料のクラス分けや、試験信号の設計および運用について、実際に音声資料を収集し利用する立場から議論して頂けるとありがたい。紹介したツール類や関連資料は、著者のGitHubで公開している。

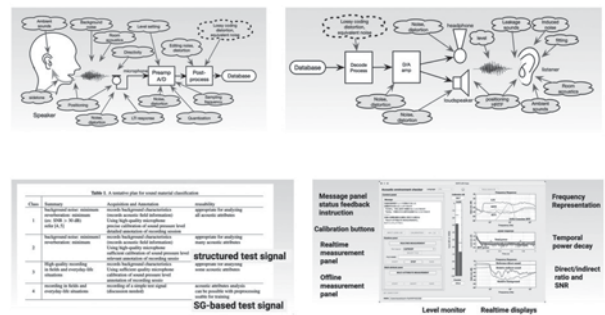


Fig.1: Top left and right: Factors of effects in acquisition and presentation of speech materials. Bottom left and right: Proposed classification of speech materials and assisting tool for acoustic condition measurement.

2-P-14

Analysis of F0 Contour and Duration in Spontaneous Japanese Speech: Focused on the Non-Lexical Backchannels

Abstract

This study investigates the use of non-lexical backchannels in spontaneous conversations among native Japanese speakers. Data were collected from 30-minute free conversations between two native Japanese female speakers, conducted via Zoom in soundproof settings. The analysis revealed distinct fundamental frequency (F0) contours and durations for various backchannel sounds, including "n", "a", "o", "he", "ne", and "ya", with contextual analysis specifying their usage. The findings highlight the role of non-lexical backchannels in enhancing communication, particularly in signaling attentiveness, emotional responses, and overall conversational engagement.

Keywords: Non-lexical backchannels, spontaneous conversations, Japanese communication, fundamental frequency (F0) characteristics, duration

2-P-15

2-P-15 Improving Simultaneous Speech Translation with a Contrastive Feedback Mechanism

○Tan Haotian, Sakti Sakriani (NAIST)

- ◆Recent research on simultaneous speech translation (SST) focuses on decision policies that enable offline-trained models to run in real time.
- ◆These decision policies balance translation quality and latency by delaying for more context or discarding unstable model predictions through methods called stable hypothesis detection. However, they often ignore the potential value of utilizing those unstable predictions.
- ◆We introduce a contrastive feedback mechanism (CFM) that harnesses unstable predictions as feedback to refine translations.
- ◆Through a contrastive objective, CFM encourages the system to eliminate undesired behaviors identified in these preliminary outputs.
- ◆Experiments with three state-of-the-art decision policies across eight languages in MuST-C v1.0 confirm the effectiveness of CFM for SST.

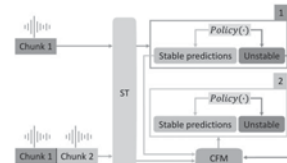


Fig.1: Framework of the SST with CFM. CFM leverages unstable predictions from an earlier chunk (marked as 1) as feedback to enhance the prediction of a subsequent chunk (marked as 2).

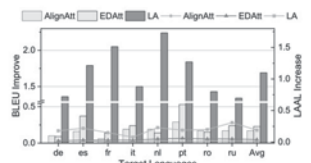


Fig.2: The maximum BLEU score gains (depicted in the column charts) and their associated latency increases (shown in the line charts).

2-P-16

2-P-16 大規模言語モデルによる柔軟な音声対話に基づくコマンドインタフェースの実現

○森大輝, 近藤伊佐直, 吉村拓真 (Allm・DeNA)

- ◆既存の音声コマンド認識に関する研究は主に検出精度や省リソース実行に焦点を当てており、対話履歴や曖昧な要求を考慮した柔軟な対話機能が不足している。
- ◆本研究では、大規模言語モデルを活用し、過去の対話履歴や曖昧な要求を考慮した柔軟な音声対話型コマンドインタフェースを提案した。
- ◆Fig.1は、本研究で提案する音声対話インタフェースの全体的な構造を示している。
- ◆独自で作成した評価データを使用し、Chat command classifier および Multi command classifier の2種類の分類器の正解率を評価した。
- ◆本評価は過去の対話履歴を考慮せず、単一の音声認識結果から最適なコマンドを選択するタスクに限定されるが、非常に高い正解率を達成したことが確認された。

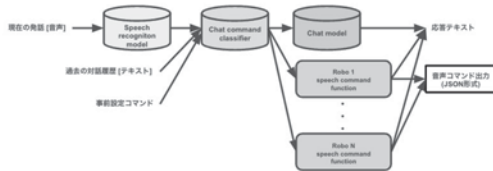


Fig.1: 音声コマンドインターフェースの設計

2-P-18

2-P-18 Speaker Diarization with Language Model

○Chi-Liang Liu, Haoyu Zhang, Masaki Ono, Taiichi Hashimoto (RevComm Inc.)

This study integrates language models (LMs) into speaker diarization to enhance accuracy. Two methods are proposed:

- BERT-Based: Refines speaker IDs using contextual and speaker embeddings.
- LLM-Based: Leverages global context for error correction.

Results:

- RevComm Dataset:
 - Baseline CDER: 7.62%
 - BERT-Based: 5.79%
 - LLM-Based: 5.00%
- AMI Dataset:
 - LLM reduces CDER by 5.6% (IHM) and 7.2% (SDM).

While BERT balances speed and accuracy, LLM achieves higher precision with higher computational cost, highlighting trade-offs between performance and efficiency.

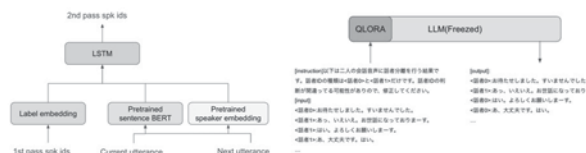


Fig.1: Overview of BERT-based experimental setup for speaker diarization.

GLORA

LLM(Freeze)

Fig.2 LLM-based Diarization Correction Pipeline. The LLM processes speaker embeddings and BERT-derived embeddings to refine speaker ID assignments

2-P-17

2-P-17 日常会話を用いた音声認識結果の信頼度推定法の評価

Evaluation of reliability estimation performance for speech recognition results using daily conversations

☆飯田篤央(大阪工大院)、芝本悠典(大阪工大)、脇田由実(大阪工大院)

- ◆従来、入力音声に対して僅かな加工(①発声始端の微量な変更・②微小な雑音の重畳)を施した加工前後の波形にて音声認識を行い、両認識結果が異なる部分の割合(認識結果変化率)を用いて、認識結果の信頼度推定を行う手法を提案している。今回は、加工最適条件を探ることで推定精度の改善を試みた。日常会話565会話にて、認識結果変化率と誤認識率(WER)との相関関係を確認したいところ、相関は0.781となり、前回0.45に比べ大きく向上した(Fig.1)。
- ◆また、新たな信頼度推定のパラメータとして発話速度のばらつき度を提案しその効果を評価した。発話速度の標準偏差と誤認識率との関係を分析した結果、誤認識率が上昇すると、発話速度の標準偏差が大きくなる傾向が見られ(Fig.2, Fig.3)、発話速度の標準偏差が認識結果の信頼度推定に有効なパラメータであることを示唆した。

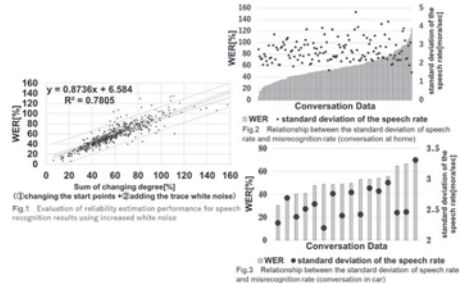


Fig.1 Evaluation of reliability estimation performance for speech recognition results using increased white noise

Fig.2 Relationship between the standard deviation of speech rate and misrecognition rate (conversation at home)

Fig.3 Relationship between the standard deviation of speech rate and misrecognition rate (conversation in car)

2-P-19

2-P-19 Realization of lexical pitch accent in Japanese

○Yukiko Sugiyama (Keio University), Justine Hui (University of Auckland), Takayuki Arai (Sophia University)

- ◆ In Tokyo Japanese, downstep has widely been studied as a way to resolve syntactic ambiguity.
- ◆ However, little is known about how downstep can serve to disambiguate words which contrast only in lexical accent.
- ◆ In order to investigate if downstep can be a cue to lexical identity in the preceding phrase, minimal pairs of final-accented and unaccented words were produced before a verb which contains lexical accent.
- ◆ As shown in Figure 1, the difference between the final-accented and unaccented words was observed not only in the phrase that contains minimal pairs at issue but also in the following phrase.
- ◆ The findings from the current study show that downstep can be a cue to lexical identity of words that contrast only in accent.

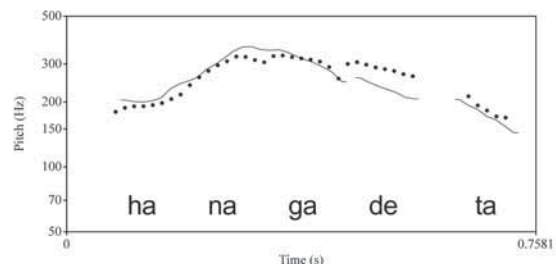


Fig.1: The f_0 contours of a final-accented word /haná/ 「花」 (solid line) and an unaccented word /hana/ 「鼻」 followed by a verb /déta/.

2-P-20

2-P-20 非対称型声帯物理モデルを用いた
声門内圧測定実験
Measurement of intra-glottal pressure using asymmetric physical model of
the vocal folds

☆井上晴貴, △久米田員男, 船戸優希, 徳田功(立命館大)

- ◆ アクリル製 M5 声帯物理モデル(Fig.1)を作成し、片側収束角 5°, もう一方を発散角 5°に設置し、声門幅を 0.40mm とした。
- ◆ 定常流下で、声門下圧と声門内圧を測定した。
- ◆ 声門内圧から声帯に作用する力を求め、対称形状の Convergent 型および Divergent 型との比較を行なった。(Fig.2)。
- ◆ Divergent 型, 非対称型, Convergent 型の順に作用力が大きくなった。
- ◆ 効率的な声帯振動には、左右声帯の対称な形状が重要であることが分かった。

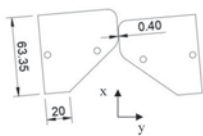


Fig.1 Asymmetric M5 model

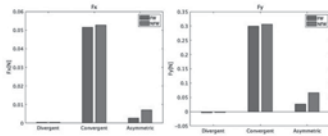


Fig.2 Glottal force for divergent, convergent, and asymmetric shapes

2-P-22

2-P-22 声道付きアカゲザルの声帯物理モデルに
おける声帯膜の有無が声帯振動に与える
影響について

Effect of vocal fold membrane on vocal fold vibrations: Addition of vocal tract
to physical model of macaque larynx

○山本康旭(立命館大), △西村剛(大阪大), 徳田功(立命館大)

- ◆ アカゲザルの喉頭をマイクロ CT 撮像したデータに基づいて構築された物理モデルに、荒井らの声道モデル(VTMM-T20)を取り付け、吹鳴実験を行った。
- ◆ 声帯膜がある物理モデルと、声帯膜切除後の物理モデルに対して、声門下圧、音声、高速度動画を計測、比較を行った。
- ◆ 声帯膜切除により、オンセット圧は上昇し、発声効率率は下降した。
- ◆ 声帯膜が発声に及ぼす影響について、声道を考慮していない先行研究と同様の結果が得られた。

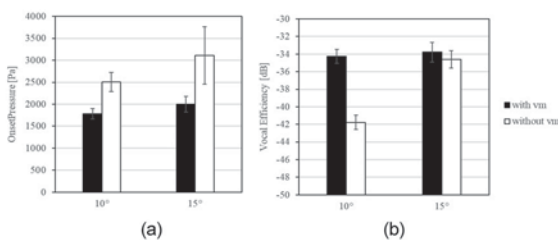


Fig. 1: Results of onset pressure (a) and vocal efficiency (b). To vary the adduction level, CT model was inclined by 10 and 15 degrees.

2-P-21

2-P-21 仮声帯間距離が声帯と仮声帯の振動
に及ぼす影響

Effect of ventricular fold distance on vocal fold and ventricular fold oscillations

☆水本 直宏(立命館大), 足立 恭平(立命館大), 座喜味 紘武(立命館大), 顔 聡(立命館大), 徳田 功(立命館大)

- ◆ 一体型声帯—仮声帯物理モデルを用いて仮声帯肥大を再現し、その振動特性を分析した。
- ◆ 仮声帯の大きさが標準に近い物理モデルでは声帯のみが振動し、仮声帯の振動は見られなかった。
- ◆ 仮声帯が大きくなるにつれて仮声帯振動がみられるようになり、音声信号は複雑化した。
- ◆ 仮声帯の大きさが1.3倍の物理モデルでは声帯が3回振動する毎に仮声帯が1回振動する3:1の整数比同期振動が見られた。
- ◆ 過去の実験では計測中に物理モデルの破壊が生じたが、本実験では全ての物理モデルについて計測中に破壊は起こらなかった。

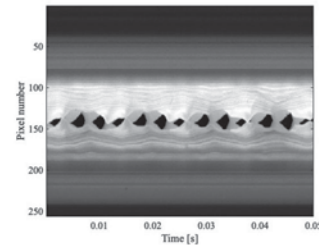


Fig. 1: Kymogram observed when the ventricular folds size was 1.3 times

2-P-23

2-P-23 野生モモジロコウモリが採餌場面で発する
social call と社会的行動に関する分析

An analysis of social calls and social behavior of wild big-footed myotis
in foraging situations

☆大西優衣, 平尾碧大, △坂本翼,

藤岡慧明(同志社大), △福井大(東京大), 飛龍志津子(同志社大)

- ◆ 音声コミュニケーションは多くの生物で観察され、生物の生存戦略を探る手がかりとなる。また、モモジロコウモリ(*Myotis macrodactylus*)では餌場での social call を伴う社会的行動が確認され、Trill と Long-duration call に大別される (Fig. 1)が、その意義は未解明である。
- ◆ 本研究では、モモジロコウモリの餌場での social call について音響と映像の同期計測を実施し、2個体が餌場に同時滞在した際に見られる Trill と Long-duration call の発声場面を解析・比較した。
- ◆ その結果、Long-duration call は餌場退出直前に発声され、餌場退出に関連する情報を伝える可能性が、一方、Trill は採餌活動が不十分な個体が近距離に接近した他個体に向けて発声しており、攻撃的な意味を持つ可能性が示唆された。
- ◆ コウモリは社会性の強い動物であり、その音声コミュニケーションを理解することは、その社会構造を理解するための重要な知見となる。

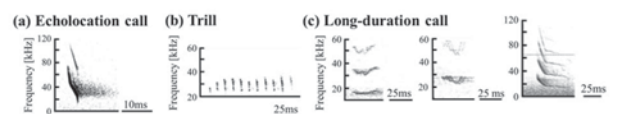


Fig. 1 Examples of ultrasound emission of *Myotis macrodactylus* identified in this study. (a) echolocation call (b) Trill (c) Long-duration calls.

2-P-24

2-P- テナガザル類の声帯形状に基づき声帯膜位置を変更した物理モデルの作成

Physical model of the vocal membrane in gibbons: Effect of vocal membrane position on vocal fold oscillations

☆廣野凌, 小畑大樹, 松原大輔(立命館大),
△西村剛(大阪大), 徳田功(立命館大)

- ◆ 声帯膜の位置が声帯振動に与える影響について定量的に検証するため、声帯膜を声門中心まで段階的に近づけたモデルを構築した。
- ◆ 吹鳴実験を通じて、音声信号および声門下圧を計測した。
- ◆ 声帯膜が声帯に対して外側に位置するモデル(Lv. 1, Lv. 2)でオンセット圧が上昇した。
- ◆ 声帯膜が声門中心に近接するモデル(Lv. 3, Lv. 4, Lv. 5)では振動モードの変化やオンセット圧の低下が確認された。

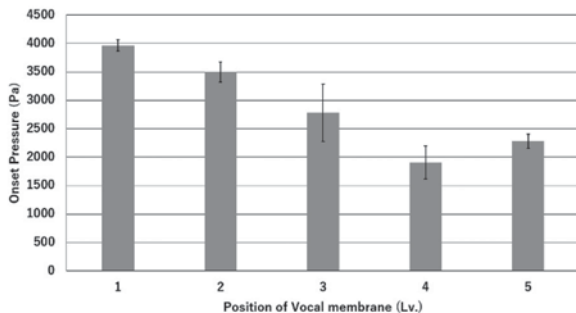


Fig. 1. Onset pressure of physical model

2-P-27

2-P-27 リアルタイム MRI を用いた韓国語首都圏方言話者による流音の調音音声学検討一語頭および語中の母音間について一

An articulatory study of the liquid in initial and intervocalic positions in Korean using real-time MRI

○韓喜善(大阪樟蔭女子大学), △難波康治(大阪大学)

本研究は、リアルタイム MRI を用いて、韓国語における語頭および語中の母音間の流音の調音の実態を検討したものである。収録には、標準韓国語を母語とする女性 2 名が参加し、テスト語は 1 音節~2 音節からなる 30 個の無意味語で、各 2 回ずつ生成した。流音生成時におけるリアルタイム MRI の動画をフレームごとに調査し、子音の調音方法 (tap か flap か) を判定するとともに、子音の閉鎖に用いるフレームの数を数えて子音の閉鎖時間を計測した。

分析の結果、話者間で大きな違いが見られ、話者 1 は基本的に韓国語の流音を tap、話者 2 は基本的に flap で調音していた。また、韓国語の流音の閉鎖時間は、語頭に比べて語中の母音間のほうが短く、はじき音 ([r], [ɾ]) に近い音声であった。さらに、語頭において flap で発話している話者 2 も、語中の母音間では口蓋化を伴う母音が隣接する場合、flap の調音にならず、tap になっていた。これは、flap が tap に比べて調音方法が複雑で調音のための十分な時間がなく、前舌が盛り上がり空間的余裕のない条件では、そり舌が形成されにくかったためと考えられる。

以上の結果から、韓国語の流音は個人差が大きい音声なのではないかということが示唆された。話者 2 名の間には年齢差があり、これが調音の違いをもたらした可能性があるため、今後検討していく必要がある。

2-P-26

2-P-26 rtMRI 動画像を用いた単独モーラの発話文字推定手法の検討

A Study on the Estimation Method of Characters from Single-Mora Phonation Using rtMRI Images

☆加藤徳啓, 青木 直史, △土橋 宜典(北大), 山田昌尚(釧路高専)

- ◆ rtMRI 動画像から発話された単独モーラの文字を高精度に推定する手法を検討する。
- ◆ STCNN-BiGRU や STCNN-BiLSTM を組み合わせたモデルなど、様々なモデルを比較する。
- ◆ 動画に対し前処理を施した後、CNN へ入力するモデルを考案し、既存手法よりも大幅な精度の改善を実現した。
- ◆ rtMRI のように学習データが限られる場合でも、適切な前処理を行いと学習済みモデルを組み合わせることで高い正解率を達成することが示された。

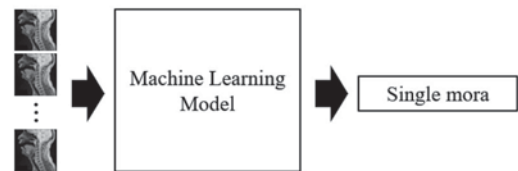


Fig.1 : Estimation of single mora from rtMRI

2-P-28

2-P-28 日本語/ba/・/wa/の発話における口唇の調音運動と音響情報の連動性の検討 - Face Mesh を用いて -

Investigating the relationship between acoustic information and articulatory movement of the lips extracted using Face Mesh in the production of /ba/ and /wa/

☆川井友子(上智大), 溝口愛(前橋工科大), 荒井隆行(上智大)

- ◆ 本研究では日本語の破裂音/b/または接近音/w/と後続母音/a/から成る単音節/ba/と/wa/の発話にて、フォルマント遷移の持続時間とそのフォルマント遷移に伴う開口持続時間に連動性があるか検討した。参加者 (ID 1-7) ごとにそれぞれ分析した。フォルマント遷移の持続時間は/ba/より/wa/の方が長くなる傾向があったが (ID 4 を除く)、開口持続時間は/ba/と/wa/の間で差がみられなかった (ID 6 を除く)。開口持続時間において/ba/では/b/のバースト部分を含むにも関わらず/wa/の開口持続時間と差がないことから、/ba/ではフォルマント遷移に対応する開口持続時間が短かった可能性がある。

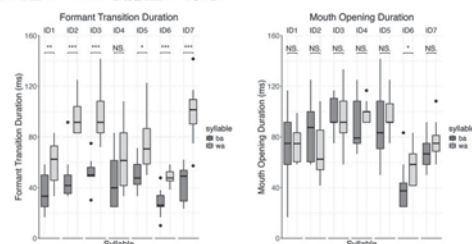


Fig. 1 The difference in formant transition between /b/ and /w/ for each participant (NS = no significant difference, * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001). Fig. 2 The difference in mouth opening duration between /b/ and /w/ for each participant (NS = no significant difference, * p < 0.05).

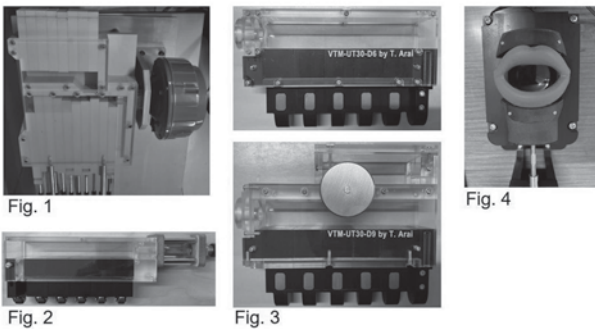
2-P-29

2-P-29 調音のダイナミクスを考慮した声道模型の動きと出力音声の関係

Relationship between movements and output speech sounds of vocal-tract models taking articulatory dynamics into consideration

○荒井隆行・△中川千沙希・△川端千尋・鈴木良平・辻慎也(上智大・理工)

- ◆声道模型に対し、声道形状の時間的な動きを実現し調音のダイナミクスを実現するアプローチは、以前から複数試みられてきている。
- ◆梅田・寺西式声道模型の改良版を中心に複数を対象に測定を実施
 - > VTM-UT45-D11 (Fig. 1), VTM-UT45-D6 (Fig. 2)
 - > VTM-UT30-D6/D9 (Fig. 3)
 - > 口唇モデル (Fig. 4)
- ◆破裂音を実現できる調音速度が確認された。



Figs. 1-4: Vocal-tract models.

2-P-31

2-P-31 異形孔微細穿孔板の吸音特性に関する検討—吸音特性の比較と管端補正近似式の適用精度—

Study on sound absorption properties of micro-perforated panels with non-circular shaped holes—Comparison of sound absorption characteristics and accuracy of the end correction approximation formula—

☆阿部桜子, 阪上公博(神戸大院・工)

- ◆背景

製造上の理由により、非円形で不規則な形状となった場合など異形孔 MPP については、FEM 解析では、異形孔の管端補正の効果解析に含まれるため、個別に考慮する必要はなく厳密な解が得られるが、理論解析では、管端補正の導入が必要となる。
- ◆概要

本研究では、任意形状の穿孔に適用できる管端補正近似式として Ingard によって提案されている式の正三角形孔への適用精度の検討と、その近似式を用いた理論解析によって異形孔 MPP の吸音特性の比較検討を行う。
- ◆結果
 - ・任意形状の穿孔についての管端補正近似式 $\delta = 0.96\sqrt{A}$ を正三角形孔へ適用すると、辺長 2 mm 前後の場合にその適用精度が良くなった。

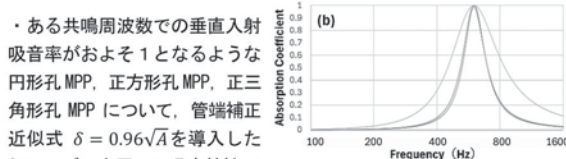


Fig.1: Comparison of sound absorption characteristics of circular, square, and triangle holes with parameters set so that the sound absorption coefficient at 600 Hz is approximately 1. Red: circular hole, blue: square hole, green: equilateral triangle hole.

・ある共鳴周波数での垂直入射吸音率がおおよそ 1 となるような円形孔 MPP, 正方形孔 MPP, 正三角形孔 MPP について、管端補正近似式 $\delta = 0.96\sqrt{A}$ を導入した Guo モデルを用いて吸音特性の比較を行うと、正三角形孔 MPP の吸音帯域幅がもっとも広帯域になった。

2-P-30

2-P-30 SkyシアターMBSの音響について

Acoustical design of Sky Theater MBS

○中川浩一(日建設計), 長野武, 板垣篤恵, 山下逸平(竹中工務店)

- ◆SkyシアターMBSは、演劇・ミュージカル等の舞台芸術を主目的とする 1289 席の劇場で、JR大阪駅前の旧大阪中央郵便局の跡地に建つJPタワー大阪内に位置する。本稿では劇場の遮音計画、室内音響計画、電磁波シールド計画を中心に報告する。
- ◆複合建築内の施設であり、敷地そばの鉄道からの空気伝搬音・固体伝搬音の影響も大きいことから、劇場全体に防振遮音構造を採用した。
- ◆拡散と吸音による明瞭性向上、響き抑制、音響障害防止を基本方針とした。客席の側壁・後壁はGRG拡散パネルをランダム配置している。
- ◆空席・着席時の響きの差を小さくするため、客席椅子の座の跳ね上げ角度調整により背・座のクッション露出面を大きくする工夫を行っている。座の跳ね上げ角度は複数試験体の吸音力測定により決定した。
- ◆ワイヤレスマイクに対する他劇場やホテル等からの混信防止や外来電波防止のため、劇場全体に電磁波シールド対策を施した。

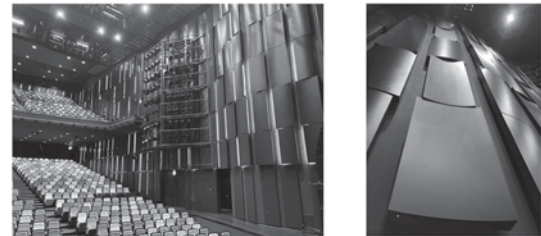


Fig.1: Interior

Fig.2: Diffuser

2-P-32

2-P-32 VR空間の簡易バイノーラル可聴化における視聴者の移動・回転に関する聴感実験

Auditory experiments in viewer movement and rotation in a VR Space with a simple binaural auralization system

◎大林紅音, 齋ハニ, 佐久間哲哉(東大・工),

小松大介, 篠原雄一郎, 松原玄彦(TOPPANホールディングス)

- ◆動的可聴化システムでは、既報で提案した簡易バイノーラル可聴化手法を元に、直接音と反射音を分けて処理するように修正を行った。
- ◆VR空間の動的可聴化システムにおいて実音と再現音の比較評価実験を実施し、回転・移動時における音の変化の再現性を検証した。
- ◆VR視聴者の位置と向きを固定した条件では、再現音の音量が小さく、また音像の距離感が遠く感じられる傾向が見られた。
- ◆VR視聴者の回転・移動条件では、全項目でほとんどの被験者が「感じない」「やや感じる」と回答した一方、音量では「とても感じる」という回答も見られた。また、回転条件の方が移動条件よりも再現音の違和感が小さい傾向が見られた。

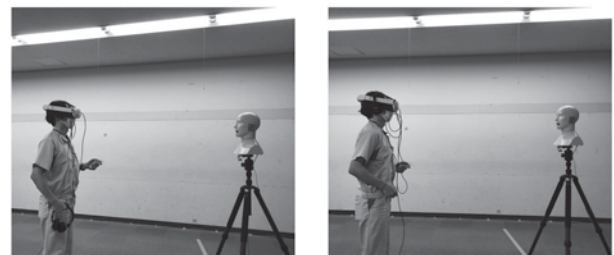


Fig.1: A scene from the auditory experiments (left: actual sound, right: reproduced sound)

2-P-33

2-P-33 オクターブバンド準完全吸音体の簡易設計法

Simple design method of octave band near-perfect absorbers

©木村祐希, 奥園健(神戸大院・工)

- ◆著者らはこれまでにバンドパスフィルタ型の準完全吸音を提供するサブ波長マイクロスリット共鳴器を単位構造とした音響メタサーフェス吸音体を提案している。また、伝達マトリクス法と簡易な形状設計法を組み合わせた簡便な理論設計法についても提案しており、これまでに1/3オクターブバンドで準完全吸音する吸音体を提示してきた。
- ◆本発表では、オクターブバンドで準完全吸音する吸音体を、その簡易設計法とあわせて新規に提案する。
- ◆熱粘性音響数値解析と音響管法測定との比較から簡易設計法の妥当性を示すとともに、その吸音メカニズムを数値的に説明する。

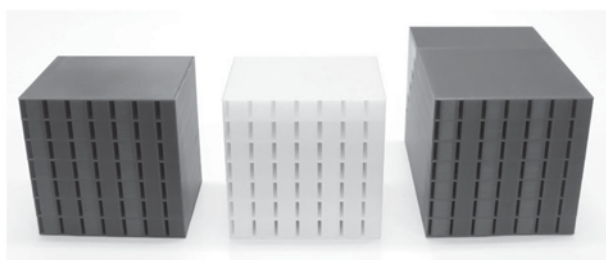


Fig.1:3D printed samples of octave band near-perfect absorbers

2-P-35

2-P-35 周波数変動係数における周波数分解能の影響

Effect of frequency resolution on the frequency-domain coefficient of variation

©鈴木諒一, 星和磨, 羽入敏樹(日大・短大)

- ◆音楽スタジオのような小規模空間において問題となるモードの影響を、定量的に評価できる測定可能な指標は確立されていない。
- ◆本研究の目的は、室内音場のインパルス応答を用いてモードの影響を定量的に評価できる指標を確立することである。そのため、筆者らは周波数変動係数 (FCV) に着目している。FCVは周波数分解能によって変化するためその補正方法が課題となる。
- ◆本報では、FCVの変動要因を明確にするためFCVを再定義した。また、FCVを補正することで周波数分解能が異なる条件においてもモードの縮退の影響を比較評価できる可能性が示された。

$(F_W = 0.01 \text{ Hz})$ 1:1:1 × 2:1:1 ■ 10:8:5 ▲ 5:4:3 ●
 $(F_W = 2.00 \text{ Hz})$ 1:1:1 + 2:1:1 □ 10:8:5 △ 5:4:3 ○

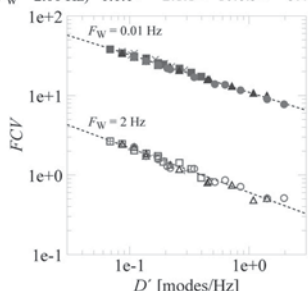


図1 周波数分解能の異なる条件における見かけのモード密度D'に対するFCVの両対数軸上での相関関係

2-P-34

2-P-34 複層マイクロスリット共鳴器を用いた音響メタサーフェス吸音体に関する基礎的検討

Fundamental study on acoustic metasurface absorbers using multilayered micro-slit resonators

©木村祐希, 奥園健(神戸大院・工)

- ◆著者らが開発している異なる共鳴周波数の単一共鳴器を並列配置した低次の結合共鳴器による音響メタサーフェス (AMS) 吸音体は、ユニットセルの単一共鳴器の数を増やすことで広帯域に準完全吸音を提供する一方で、厚さが増加する課題がある。
- ◆広帯域な準完全吸音の提供には、複数の共鳴周波数を持つ複層共鳴器を並列配置した高次の結合共鳴器とする方法が考えられ、従来構造と同等の性能をより薄型で実現できる可能性がある。
- ◆本研究は、複層マイクロスリット共鳴器を並列配置した高次結合共鳴器の可能性を探求することを目的とする。本発表ではそのユニットセルとなる基本的な2次AMS吸音体に焦点を当て、その理論モデルを提案する。
- ◆さらに、吸音体の吸音特性並びに共鳴周波数に関する調整能力を明らかにする。



Fig.1:Sample

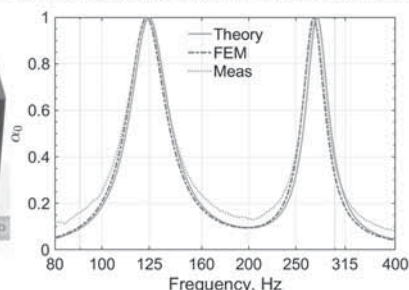


Fig.2:Comparison of sound absorption coefficients

2-P-36

2-P-36 受聴空間評価のための楽音選定の基礎的検討

Basic Study on the Selection of Stimuli for Listening Space Evaluation

©石川裕子(広島市立大), 村上寛名, 石光俊介, 江野峰弘(モルテン), 藤本佑樹

- ◆目的: 複数の評価楽曲を各受聴空間で収録し、その音源の印象評価を行うことで、各音源の印象評価軸を明らかにすること
- ◆音源: 5つの楽曲を5つの空間でそれぞれ収録した計25音源
- ◆形容詞の選定 (実験1)
 - ブレインストーミングで得られた39種類の形容詞を評価が最も高い空間と最も低い空間で収録した10音源を使用し、SD法により評価した。主成分分析(PCA群)と平均値と標準偏差(AS群)による2つの選定方法で、形容詞を曲ごとにそれぞれ24種類、20種類に選定した。
- ◆印象評価と空間特性の相関の調査 (実験2)
 - 25音源すべての音源をPCA群、AS群それぞれSD法で評価し、形容詞ごとに平均評定値をとり、主成分分析で解析をした。
- ◆結果 (2つの形容詞群において)
 - 重複軸である: jazz, tenran (迫力, 重厚感), ave (豊かな響き)
 - 重複軸でない: hotel, sunny→PCA群選定の際の評価軸変換の影響

Table 1 The results of principal component analysis

Music	Adjective set selected by PCA	Adjective set selected by AS
	Evaluation axes	Evaluation axes
hotel	壮麗さ	重厚感
jazz	重厚な迫力	迫力感
sunny	明瞭感	重厚な迫力
ave	壮大な響き	豊かな広がり
tenran	力強さ	迫力感

2-P-37

2-P-37 球状セルロースを利用した材の吸音特性に関する基礎的研究

Fundamental study on sound absorption characteristics of materials using spherical cellulose

○岡本則子, 富来礼次(大分大・理工), △福山浩司(レンゴウ)

- ◆セルロースは、地球上で最も多量に生産・蓄積されているバイオマスであり、プラスチックの代替材料として様々な産業で活用が期待されている。
- ◆本研究では、球状セルロースを使用した吸音材の可能性を検討するために、材料の開発段階での適用が容易なアンサンブル平均を用いた材料の吸音特性の in-situ 法 (EA 法) および残響室法により吸音特性の測定を行った。
- ◆まず、EA 法により、球状セルロースを使用した吸音材として粒径や厚さの違い (Fig. 1)、可搬性への考慮として袋の使用の有無といった基本的な特性を明らかにした。
- ◆続いて、袋の使用の有無について、残響室法による吸音率の測定を行った。

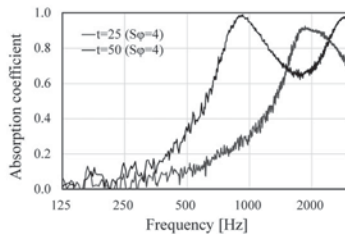


Fig.1: Comparison of sound absorption coefficients of the material using spherical cellulose between thickness $t = 25$ mm and $t = 50$ mm by the EA method

2-P-39

2-P-39 Tikhonov 正則化付き音場再現の空間平均誤差に関する検討

On spatial error of sound field reproduction using Tikhonov regularisation

◎任逸, 羽田陽一(電通大)

- ◆最小二乗法を用いた音場再現手法において、Tikhonov 正則化のフィルタゲイン抑圧効果はよく議論されているが、本研究では、正則化が再現誤差に与える影響に注目して議論を行う。
- ◆正則化パラメータの決め方は最適化手法を含め多数あるが、伝達関数自己相関行列の最大固有値の定数倍を正則化パラメータとする場合、正則化パラメータの係数は音場再現の空間平均誤差に影響を与えている。
- ◆予め設定した空間平均誤差の目標値に対し、上述正則化パラメータを用いて正則化を行い、空間平均誤差の制御が可能かどうかについて検証した。
- ◆Pressure Matching および Mode Matching 法を用いた音場再現の計算機シミュレーションを行った。いずれの手法においても、制御エリア内の空間再現誤差を概ね目標値に制御できることがわかった。

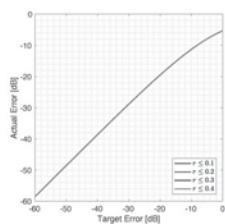


Fig.1: Spatial reproduction error in mode matching method. Error was evaluated within circular areas of radius r .

2-P-38

2-P-38 横浜シンフォステージにおけるイマーシブオーディオシステムの適用事例

—音・音楽への没入感を高める空間の構築—
Case Study of Immersive Audio System Implementation at YOKOHAMA SYMPHOSTAGE: Creating Spaces that Enhance Immersion in Sound and Music

◎大木 大夢, 橋本 梯, 渡辺 隆行, 宮崎 秀生(ヤマハ)

- ◆大規模複合ビル「横浜シンフォステージ」の1階から3階に、体験型のブランドショップが展開されている。ここでは、音・音楽への没入をコンセプトに、イマーシブオーディオシステムが導入された。
- ◆「ブランド体感エリア」では、映像制御技術を用いることでインスタレーションアートの表現の幅を拡張するとともに、残響制御技術を活用して空間印象の創出や体験価値の向上を図った。
- ◆「ライブ&カフェエリア」では残響制御技術を活用し、生演奏をはじめとする様々な催しに対応可能な音環境の実現を目指した。
- ◆本発表では、音響演出設備の設計および調整事例を報告し、イマーシブオーディオシステムによる空間価値向上の効果について考察する。



Fig.1: Interior View of the Brand Experience Area



Fig.2: Interior View of the Live and Café Area

2-P-40

2-P-40 直線スピーカアレイを用いた焦点音源の局所再生に関する検討

Study on reproduction of focused source in personal sound zone using linear loudspeaker array

☆五島優太, 羽田陽一(電通大)

- ◆目的
 - 特定の個人に移動する仮想音源を呈示
 - 直線スピーカアレイを用いて焦点音源を局所再生する手法を検討
- ◆提案手法
 - SDM により点音源の音場に窓関数をかけたものを再現
 - 時間・空間領域で目的音場を表現し、移動する焦点音源を合成
- ◆計算機シミュレーション
 - 従来の焦点音源法 (Fig. 1) と提案手法 (Fig. 2)
 - 平面波局所再生法と同程度の局所再生性能
 - 点音源の波面を再現可能
- ◆主観評価実験
 - 距離感呈示が可能なことを示唆
 - 焦点音源法に比べ受聴領域を制限可能

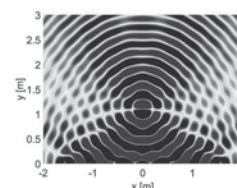


Fig. 1. Wavefront of focused source

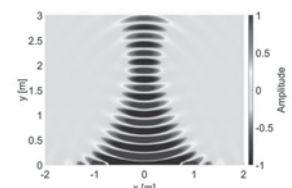


Fig. 2. Wavefront of proposed method

2-P-41

2-P-41 耳介用半円形スピーカアレイでの音場合成を用いた複数の方向別反射音生成による距離提示

Distance display by generating multiple directional reflected sounds using sound field synthesis with a half circular loudspeaker array around the ear

☆佐久本渉吾, 羽田陽一(電通大)

- ◆耳介用小型半円形スピーカアレイにおいて、仮想音源を使った方向別反射音を生成する手法を提案し、その距離提示性能を調べるための主観評価実験を行った。
- ◆方向別反射音は、鏡像法における虚音源位置に仮想音源を配置することで生成する。また、Pressure Matching(PM)法で多数の仮想音源生成フィルタを短時間に計算するために、仮想円形スピーカアレイによる目的音場計算を取り入れた。
- ◆主観評価実験の結果、単一仮想音源に残響を付与する手法や、バイノーラル再生で方向別反射音を生成する手法に比べて、提案手法はより遠くに音像を提示できることが示された。

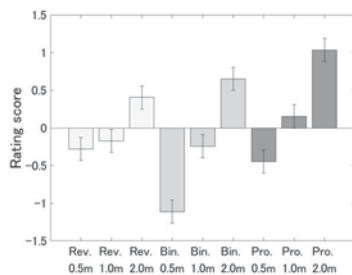


Fig.1: Mean rating score for distance.

2-P-43

2-P-43 音像定位の評価実験に関する基礎的検討 Fundamental Study on Evaluation Experiments of Sound Image Localization

○安東 祐可, 村上 寛名, 石光 俊介(広島市立大), △江野 峰弘, △藤本 佑樹(モルテン)

- ◆複数の条件下で基礎的な音像定位実験を行いその結果を比較することで、音像定位を音質評価の指標として確立することを目指した。
- ◆基礎実験として、異なる複数の環境で測定した被験者個々の頭部インパルス応答を用いた音像定位実験を行った。
- ◆スピーカによる受聴の時とバイノーラルなどの立体音響処理をした音源のヘッドホンによる受聴の時の音像の動きや位置を、被験者が指で追う軌跡として記録し結果を比較した。
- ◆実験の結果、ヘッドホンでの再生時に頭内定位が確認される事象が多く確認された (Fig.1)。
- ◆使用した楽音によって頭内定位の発生割合に差が見られたことより、「音源がもつ特徴によって定位位置の再現性に差がある音場」という評価ができると考えた。

	Sound① (Audio room)	Sound② (Audio room)	Sound③ (Audio room)	Sound① (Inside a car)	Sound② (Inside a car)	Sound③ (Inside a car)
Subject A	○	×	△	×	×	△
Subject B	×	×	×	×	×	×
Subject C	○	×	○	×	×	○

Fig.1: Localization of binaural sound sources heard through headphones. (○: Outside head △: Partial Outside head ×: Inside head)

2-P-42

2-P-42 HOAによる遠方距離感提示について

Study on reproduction of distant virtual source using HOA

☆赤井たろ生, 佐久本渉吾, 澤尻晃大, 羽田陽一(電通大)

- ◆残響場を HOA によって合成し、空間的な残響の再現が音像の距離感提示にどれほど影響を与えるのかを調査した。
- ◆42ch 球面スピーカアレイで球面マイクロホンアレイを用いて測定したインパルス応答(sphere_RIR), 単一のインパルス応答(single_RIR), 鏡像法(Image)による仮想音源を再生し、手法、音源の方向ごとに相対的な距離感を評価する主観評価実験を行った。仮想音源の方向は受聴者前方、右、後方の3つ、距離は1m, 2m, 4mの3つとした。
- ◆仮想音源位置が受聴者前方の場合の結果を Fig.1 に示す。球面マイクロホンアレイで測定した RIR の利用が最も距離感提示に効果的であった。この結果より、直接音・残響音比以外の空間的情報にも距離感提示のための重要な手がかりがあると考えられる。

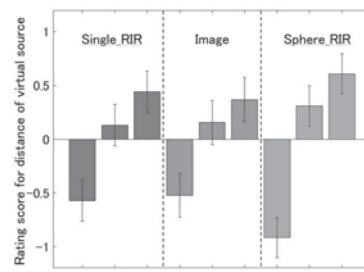


Fig.1: Mean rating score for distance perception

2-P-44

2-P-44 上下スピーカーのチャンネル間時間差が垂直音像幅に与える影響について

The effect of interchannel time difference between upper and lower speakers on vertical image spread

☆菅原英樹, 亀川徹, 丸井淳史(東京藝大)

- ◆上下スピーカーのチャンネル間時間差 (ICTD) と垂直方向における音像の拡がり (VIS) の関係性について、音源の音響的特性との関連も含めて調査した。
- ◆ICTDによるVISの大きさの知覚は、音源の継続時間が影響しており、長い継続時間の音源であるほどICTDの増加に伴いVISが拡大する傾向が見られた。
- ◆ICTDによるVISの高さ位置の知覚は、後続音が上層か中層のどちらから再生されるかにより変化する傾向が見られた。
- ◆先行音のみが再生される時点で見られる高域のディップが、中層または上層から再生された後続音の追加により変化する事が、ICTDによるVISの拡大における手がかりとなっている可能性が示唆された。

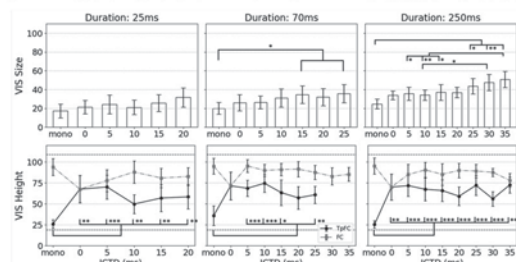


Fig.1: Mean and 95% confidence intervals of the size (upper row) and height position (bottom row) of the VIS, and results of multiple comparisons (*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001).

2-Q-1

2-Q-1 圧電センサで計測した頸動脈波の年齢依存性

Age dependence of pulse waves measured by a piezoelectric sensor at the carotid artery

☆池田智哉¹, △秋吉恒輝¹, 松川真美¹, △斎藤こずえ²(¹同志社大, ²奈良医大)

- ◆家庭で簡便かつ安価に脳動脈のスクリーニングを行うために、我々は圧電センサを用いて頸動脈波を測定するシステムを開発した。
- ◆頸動脈波波形に着目し、簡易な血管の硬さ評価を検討した。
- ◆脈波と血流速度波形は3つのピークからなり、ピークの特徴を得るため、ガウス分布、ワイブル分布を用いてピークを抽出した。
- ◆両分布ともに、第2ピークの最大値が年齢と高い相関を示した。脈波の第2ピークは脳内からの反射波の情報を含み、脳動脈の硬さ評価につながる。
- ◆簡易なピーク抽出により、脈波波形のみから、脳動脈の情報が得られる可能性が見いだされた。

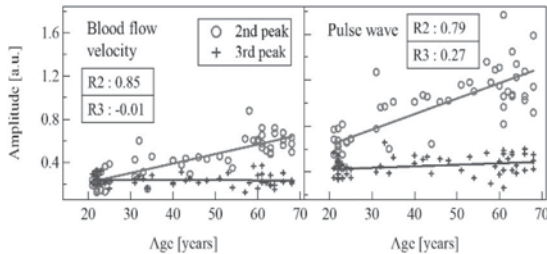


Fig. 1 Peak values by Weibull fitting

講演取消

2-Q-3

2-Q-3 コウモリのエコーロケーションにおける捕食戦略の種間比較

Comparative study of foraging strategies in bat echolocation

◎松本晴仁, 吉田創志, 飛龍志津子(同志社大)

- ◆キクガシラコウモリはCF-FM型の、ユビナガコウモリはFM型のパルスを放射するが、両種における捕食時の獲物検知戦略の違いを獲物の羽ばたきに着目して調査した。
- ◆キクガシラコウモリは獲物の羽ばたきを手掛かりに、ユビナガコウモリは羽ばたきに関わらず捕食することがわかった (Table.1)。
- ◆またアレイマイクロフォンによりキクガシラコウモリの捕食時のパルス放射方向を計測したところ、獲物を定位してから止まり木を離れ捕食に向かうことがわかった (Fig. 1)。
- ◆コウモリの捕食戦略は、獲物を捕食する環境とエコーロケーションに用いる超音波の信号デザインを反映している。

Table. 1 Attack rate of bats against fluttering/not fluttering moth.

Species	Flutter	Not Flutter
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	81% ($\frac{13}{16}$)	0% ($\frac{0}{16}$)
<i>Miniopterus fuliginosus</i>	25% ($\frac{4}{16}$)	25% ($\frac{4}{16}$)

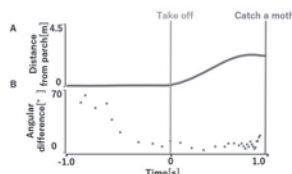


Fig. 1 Angular difference between prey moth and pulse direction. (A) Distance from a perch to a bat. (B) Angular difference decrease before taking off. 0: Time of taking off.

2-Q-2

2-Q-4

2-Q-4 模倣学習によるエコーロケーションコウモリの飛行経路生成モデルの工学的検討

Engineering study on flight path generating model for echolocation bats using imitation learning

☆佐藤裕佳¹, △長谷川勲太¹, △室顯¹, 手嶋優風², 山田恭史³, △藤井慶輔⁴, 飛龍志津子¹

(¹:同志社大, ²:海洋研究開発機構, ³:はこだて未来大, ⁴:名古屋大)

- ◆本研究ではコウモリの飛行経路選択を模倣することを目標に、模倣学習を用いた飛行経路を予測するモデルを開発し、さらにモデルによる予測経路を辿るエコーロケーションを行う自律走行車を構成した。
- ◆飛行経路予測モデルでは、コウモリがエコーロケーションで得ている環境情報や移動情報を基に予測したところ、コウモリと類似した経路が出力され、十分な精度が確認できた(Fig.1A)。
- ◆さらに、上述のモデルを自律走行車 (Fig.1B) に搭載し、走行実験を行ったところ、予測経路を辿り走行することを確認した。一方、障害物への衝突も見られたことから、自律走行車の実際の位置とモデルの想定位置のずれ等、自己位置推定方法の改善等がさらに必要である。
- ◆本研究は構造や材質の模倣にとどまる従来のバイオミメティクスにおいて動物の意思を実装する新たな挑戦の一步と期待できる。

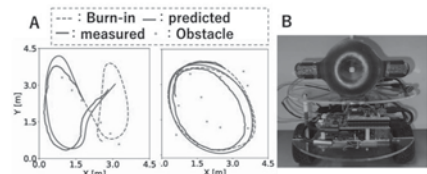


Fig. 1: (A) Top view of measured and predicted flight path of bat. (B) Autonomous vehicle.

2-Q-5

2-Q-5 ボルネオ熱帯雨林における高周波環境音からの生物種多様性に関する音響指標の算出

Derivation of acoustic indices related to biodiversity from high-frequency environmental sounds recorded in tropical rain forest in Borneo

○西村 明(東京情報大)、△松林 尚志(東京農大)

熱帯雨林地帯において土地環境が異なり生物多様性も異なるであろう保護林3地域内の1か所から3か所で、3日から5日間の環境音の超広帯域録音を行った。20 kHz 以上も含む複数の周波数帯域から、従来示されてきた生物多様性に関する音響指標を8種類算出し、その日内変化に着目した。異なる保護林地帯間では異なる日内変化を示し、かつ同一保護林地帯内の異なる録音日と異なる録音地点では同様な日内変化を示すことで、異なる音環境を表す音響指標とその帯域を見つけることを目的とした。

その結果、200 Hz ~ 96 kHz 帯域から1分間ごとに算出した5分間の最大時間波形エントロピー指標のみが上記を満たし、音環境の違いを表現できることが分かった。

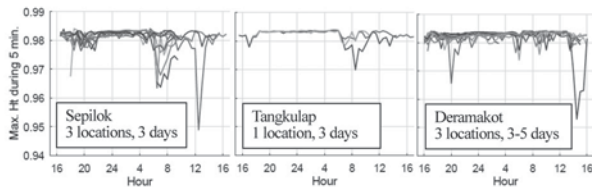


Fig.1 Daily variation of the maximum temporal entropy index during 5 min. obtained from 1 min. waveform of 200 Hz - 96 kHz.

2-Q-7

2-Q-7 穴付き円筒で発生したジェットの流速と音圧の関係

Relationship between jet velocity and sound pressure of the jet generated in a cylinder with a hole

○青野浩平(精電舎電子工業)、青柳学(室蘭工大・院)

- ◆Fig.1のように穴付き円筒を振動面からギャップHの位置に配置し、発振時に生じるジェットを対向するパイプに流入させることでパイプ出口の流速vを流速センサーにより測定した。
- ◆有限要素解析ソフトを用いてFig.2の穴付き円筒周囲の音圧分布を解析し、実験により得られたvとの相関を検討した。
- ◆Fig.3-4に解析から得られた円筒の穴内に生じている最大音圧pに対するvを示す。pが30kPa以上では $p \propto v$ であるが、 $p < 15kPa$ では $v \approx 0m/s$ となった。また、15~20kPaにおいてvが0m/sから0.45m/sに離散的に変化することが分かった。

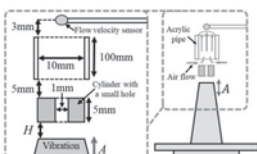


Fig.1 Measurement method of flow velocity.

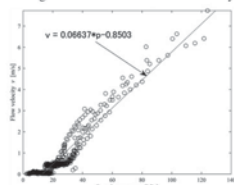


Fig.3 v vs. maximum pressure in the hole.

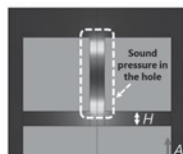


Fig.2 Analyzed sound pressure field.

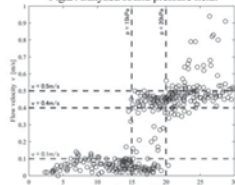


Fig.4 Enlarged view of Fig.3.

2-Q-6

2-Q-6 熱音響発電システムの実用化に向けた基礎検討 -実測インピーダンスを用いた安定性解析の試み-

Basic study for practical application of thermoacoustic power generation system -An approach to stability analysis using measured impedance-

○坂本真一、中澤俊貴、△平山智士(滋賀県立大学)

- ◆熱音響発電システムは、熱音響現象を応用したシステムである。稼働部が少なく長寿命、さらにメンテナンスフリーという特長を持ち、未利用熱を駆動源として活用可能な環境に優しいシステムとなる可能性を持っている。
- ◆従来の直管型熱音響システムでは発振が困難だったため、構造を改良した直管段差型を採用し、全長0.81 mのシステムを設計した。
- ◆熱音響発電システムの発電機との端面条件を反映するため、端面インピーダンスを実測し、それを解析に導入することで、発振温度の予測を試みた。
- ◆解析結果より、システム全長を最大1.61 mまで延長すると発振温度が低下することが確認され、システム全長1.41mのとき、発振温度は447 Kと最も低く予測された。

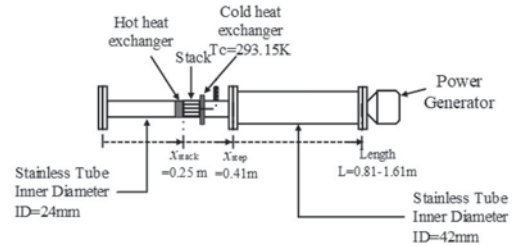


図 直管段差型熱音響発電システム

2-Q-8

2-Q-8 Generation of underwater acoustic streaming by a cavity structure at 1 MHz frequency.

©Yimeng Wang, Manabu Aoyagi (Muran Inst. Tech.)

- ◆To eliminate the bad influence of cavitation bubbles, this study conducted finite elementary analysis (FEA) simulation analyses of the cavity's enhancement effect using a transducer at 1 MHz.
- ◆The analysis model is shown in Fig.1. This study primarily investigated the effects of the thickness H of the disk with a cavity and gap h between the disk and the glass wall on the distribution of sound pressure and acoustic streaming generated by a PZT disk fixed outside from the glass tank.
- ◆When the input voltage was 100 V, as shown in Fig. 2, the maximum sound pressure inside the cavity was over 8.4 MPa and the highest streaming velocity could reach 1.1 m/s when h=0, H=1.5 mm, which were more than 10 and 20 times higher than the results without the disk, respectively. This indicated that the cavity structure can enhance underwater acoustic streaming.

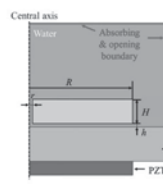


Fig.1 2D axisymmetric FEA analysis model.

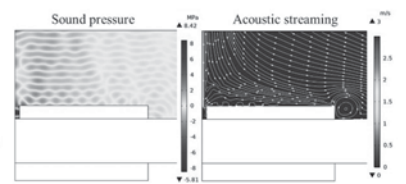


Fig.2 Simulation results of sound pressure and acoustic streaming when h=0, H=1.5 mm.

2-Q-9

2-Q-9 超音波振動面近傍に設けた音響空洞で発生する音響流の変化

Change in acoustic flow generated in an acoustic cavity near the ultrasonic vibration surface

○青柳学¹, 佐々木駿一², 王伊萌¹, 藤岡夕大¹(¹室蘭工大・院, ²室蘭工大)

- ◆超音波放射面の近傍に貫通穴付き円筒を配置した際に、振動面と反対側の穴の開口部で空気の吸い込みと吐き出しが生じる形態（呼吸型）で噴出流が発生する。また、円筒内に空洞を設け振動面とのギャップを調整すると放射面周辺から吸い込まれて穴を通して噴出流が生じる形態（ポンプ型）が存在する。
- ◆有限要素解析より、円筒の貫通穴と座ぐり穴の形状やギャップ長に対する音圧と音響流を解析して、音響流噴出の2形態の発生原因を調査した。座ぐり深さ T_z を増加すると音圧と流速は共に減少する (Fig.1)。音圧と流速に相関があった。 T_z によってポンプ型、呼吸型が現れる。
- ◆ギャップ長 h で音圧と流速が変化する。Fig.2 に示すように h の大きさによって、ポンプ型と呼吸型の双方の音響流が発生する。 h の調整により2つの音響流の噴出の形態を切り替える可能性がある。

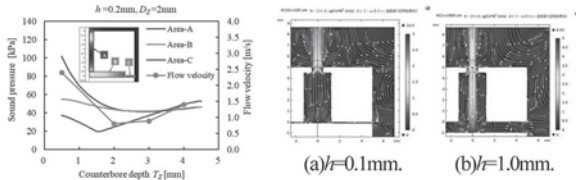


Fig. 1 Forces vs. gap height h .

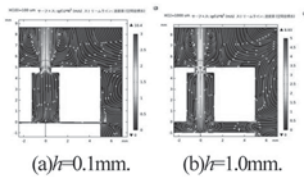


Fig. 2 Observations of attraction and levitation.

2-Q-11

2-Q-11 特性にばらつきを持つ複数素子から構成されるエミッタによる音響渦ビームの生成

Acoustic vortex generation by an emitter composed of ultrasonic elements with variation in amplitude and phase

☆高木初衣, 野村英之(電通大)

- ◆近年、波面が渦状になる音響渦ビームの生成や応用が検討が行われている。音響渦ビームを実現する方法のひとつに、放射面高さを制御した複数素子で構成するエミッタの利用がある。
- ◆本研究の目的は、複数素子が持つ振幅と位相のばらつきが音響渦ビーム生成に与える影響についての確認である。そのために、素子のばらつきを変えながら、生成される音場の数値計算を行った。
- ◆Fig. 1 は結果の一例で、音響渦ビーム音場を示す。位相のばらつきが、音響渦ビームに影響を与えることがわかる。また、位相のばらつきが極端に大きいとき、音響渦ビームの生成ができないことが示された。

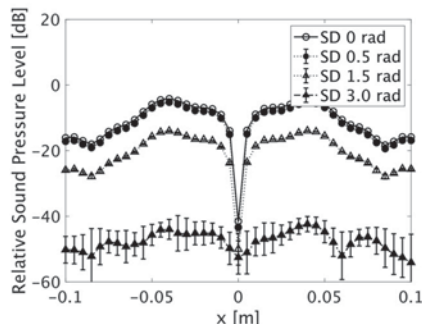


Fig. 1: Effect of phase variation on lateral distribution of acoustic vortex beam (SD: Standard deviation).

2-Q-10

2-Q-10 球体ターゲットを用いた非接触・非破壊検査用レーザ誘起パルス音源の開発

Development of Laser Induced Pulsed Sound Source for Non-Contact and Non-Destructive Inspection Using Spherical Targets

○西田 蒼, 會澤 康治(金沢工大)

- ◆インパルス加振によって発生させた Lamb 波を大型構造物の非接触・非破壊検査で利用する場合、レーザ誘起プラズマ(LIP)生成に伴って発生する衝撃波の利用が検討されている。
- ◆我々は黒色ゴム球体とそれよりも大きな曲率半径の球壁で球体を囲い、球体表面と球壁間にレーザアブレーションで発生した音波を閉じ込めて音波を集音し、波の重なりを利用して加振力となる強力空中音波を取り出す新たな方法を提案した。
- ◆上部半球カバーの頂点に開口した 3.5mm 中の孔を伝搬してきた音波を 1/8 インチ圧力型マイクロホンを用いて測定し、検出した信号波形を MATLAB(R2023a)上で高速フーリエ変換による周波数スペクトル解析やウェーブレット変換による時間-周波数解析を行った。
- ◆得られた音圧波形から、レーザ照射後に時定数の小さいパルス状音波が取り出せることが示されたが、球体と球壁との間隔が広く音波の多重反射を抑えられていないため完全なインパルス波形ではないことが確認できた。
- ◆今回の実験構成を 2 次元モデルに置き換え、閉じられた空間内の音波伝搬を時間領域差分法で計算したところ、球体と球壁との間隔を 1 mm 程度にすればインパルス状の波形が得られることを確かめた。

2-Q-27

2-Q-27 骨導ヘッドホンで聴取される音源知覚方向のズレの補正 - 広帯域での補正 -

Correction of the misalignment of the perceived direction of the sound heard through bone-conducting headphones - correction in a wide bandwidth -

○岩城護(新潟大・工), △杉原晴也(新潟大・工)

- ◆【背景】 前報では、電話帯域よりも広帯域 (125 Hz から 16000 Hz) の純音に対しても骨導ヘッドホンでは音源方向は前方 (中心) 寄りにならずに知覚される、ということが確認された。この特性は骨導ヘッドホンの利点を損なっている。
- ◆【目的】 この知覚方向のズレを補正するための方法を検討する。
- ◆【手法】 電話帯域ではズレ量に応じた両耳間レベル差の強調が有効だった。同様の補正法は広帯域な場合でも理論上は適用できるので、聴取実験によって補正の有無によるズレ量の変化を比較した。両耳間レベル差と両耳間時間差で方向感をつけた純音を気導ヘッドホンと骨導ヘッドホンから提示し、基準音 (骨導音) に対する検査音 (気導音) の主観的等価点によってズレ量を計測した。健聴な 20 歳の 4 人に対してインフォームドコンセントに基づいて実施した。
- ◆【結果】 電話帯域と同様の方法は広帯域でも有効であった。ズレ量の推定の精度が重要であることが分かった。

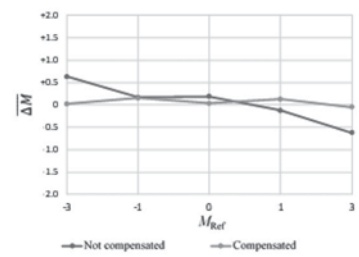


Figure4: Effectiveness of the proposed correction method

2-Q-28

2-Q-28 骨伝導刺激による頭部振動計測時の加速度センサ貼付位置の検討

An investigation of the location of accelerometer for head vibration measurements by bone-conducted stimuli

☆内田知佐, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆ 慣性骨導成分, 圧縮骨導成分は, 生体組織を伝搬してそれぞれ中耳や内耳に到達する。これらの成分は頭表における振動をもって近似されるが, その特性はセンサの貼付位置の影響を受けると考えられる。
- ◆ 加速度センサを側頭骨上の3カ所 (P1, P2, P3), 外耳道内 (Insert), および振動子の裏面 (Vibrator) に貼付挿入して骨伝導刺激時の振動計測を行い, それぞれの振動特性の差異を検討した。
- ◆ Insert, P1, P2, および P3 における振動は, 呈示された音声刺激に比して低域 (100-500 Hz) と高域 (2000 Hz 以上) で減衰した。特に高域での減衰が大きく, その減衰量は $P3 < P2 < P1 < \text{Insert}$ となった。また, Vibrator では低域 (100-500 Hz) が大きく減衰した。
- ◆ 低域の減衰は振動子の特性, 高域の減衰は主に振動伝搬路となる生体組織の特性の影響によるものと考えられる。

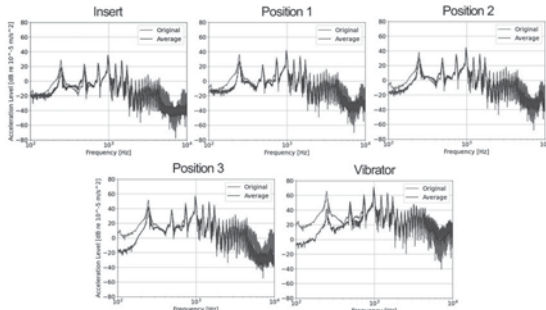


Fig.1 Comparison of acceleration at each position with the original speech signal.

2-Q-37

2-Q-37 敵対的生成ネットワークを用いた所望の聴覚高次統計量を持つ音生成

Sound generation with desired auditory higher-order statistics using an adversarial generative network

◎飯島尚仁, 浅川香(三菱電機・情報総研), 橘亮輔(産総研), 坂本修一(東北大通研/院情科研)

- ◆ オフィス環境において, 背景音として自然音やホワイトノイズを流して作業者の集中度に影響を与えるサービスが近年普及しつつあるが, 背景音のどのような特徴が作業者の内部状態に影響するかはよく分かっていない。
- ◆ 背景音の性質を記述する特徴量の一つとして, 聴覚高次統計量が提案されている。
- ◆ 従来のホワイトノイズから所望の聴覚高次統計量を有する音を生成する手法は, 勾配法を用いるため, 生成までに時間がかかる。
- ◆ 本稿では敵対的生成ネットワークを利用して, 高速に所望の聴覚高次統計量を有する音を生成する手法を提案する。

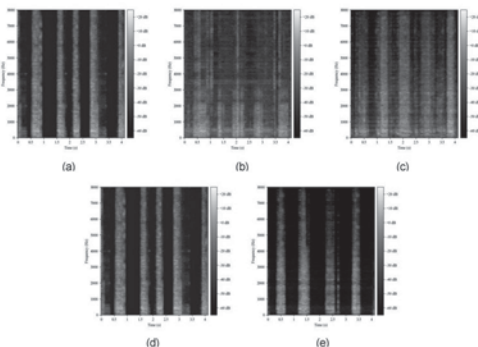


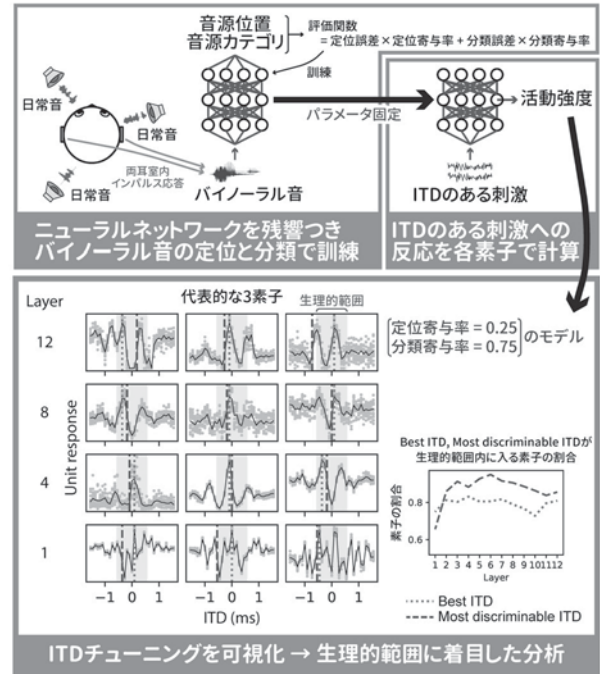
Fig.1: Sound example (a: original, b: cWaveGAN, c: sWaveGAN, d: cWaveGAN+, e: sWaveGAN+)

2-Q-36

2-Q-36 残響つき音源定位と分類で訓練した人工ニューラルネットワークにおける両耳間時間差チューニング

Interaural Time Difference Tuning in an Artificial Neural Network Trained for Reverberating Sound Localization and Classification

○上村 卓也(NTT CS 研), 寺島 裕貴(NTT CS 研), 古川 茂人(静岡社会健康医学大学院, 静岡県立総合病院, NTT CS 研)



2-Q-38

2-Q-38 協和性弁別の生理評価: 皮質および脳幹活動の計測

Physiological assessments of discrimination capability of consonance: Measurements of cortical and brainstem activities

☆遠矢珠美, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大学)

- ◆ 和音の聴取に伴い生じる協和感は構成音の周波数比に応じて変化することが知られているが, そのメカニズムには未解明な点が残る。
- ◆ 一方, 脳の解剖や機能には聴取能力に応じた有意な差異が観察されることが報告されている。協和感についても, 聴取能力の差異が脳神経活動に反映されることを示唆した研究は数多く存在するが, 両者の関係を定量的に評価した例は極めて限定的である。
- ◆ 複数の三和音の協和感を一対比較法, ミスマッチ・ネガティビティ (MMN), および周波数追従反応 (FFR) の計測によって評価し, それらの関係を論じた。
- ◆ 一対比較法で得られた協和感の相対尺度値と MMN 振幅の間には中程度の負相関 ($r = -0.44, p < 0.01$) が, また FFR から推測された刺激音のピッチに対する顕著性 (Neural pitch salience) の間には強い正相関 ($r = 0.87, p < 0.01$) が認められた (Fig. 1)。
- ◆ 本研究の結果は, 協和感の違いは皮質活動と脳幹反応の両方に反映されるが, 協和感は皮質活動よりも脳幹反応に強く反映される可能性を示唆している。

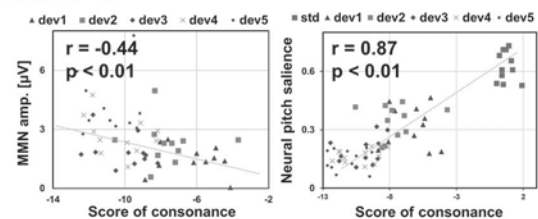


Fig.1: Correlations between score of consonance and MMN amplitude (left) and neural pitch salience (right).

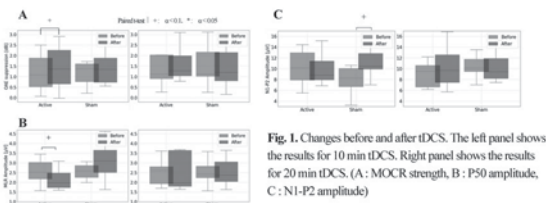
2-Q-39

経頭蓋直流電気刺激がオリブ蝸牛束反射に及ぼす影響

Effect of transcranial direct current stimulation on medial olivocochlear reflex.

☆内山寛大, 大塚翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆ 脳幹から外有毛細胞へ接続した通心性神経束であるオリブ蝸牛束は、強音に反応し外有毛細胞の増幅を抑制することで内耳を保護している。この反応はオリブ蝸牛束反射(MOCR)と呼ばれている。MOCR強度の計測によって騒音性難聴のリスクを事前評価できる可能性がある。
- ◆ オリブ蝸牛束は聴覚皮質一端を発する聴覚適心性経路との接続が確認されている。これはMOCRが聴覚皮質からの制御を受け変動する可能性を示している。しかしながら、その制御メカニズムは明らかになっていない。そこで、本研究では聴覚適心性経路の始点である聴覚皮質への経頭蓋直流電気刺激(tDCS)の前後のMOCR測定及び聴性誘発脳電位の測定により、聴覚皮質の活動の変化がMOCRに及ぼす影響を調べた。
- ◆ tDCS前とtDCS後0分、30分、60分、90分時点においてMOCRと聴性誘発脳電位を測定した。実際に刺激を呈示するアクティブ条件、及び偽刺激を呈示するシャム条件による対照実験を行った。この実験を10分、20分の刺激時間についてそれぞれ行った。
- ◆ 20分間のtDCSではMOCR、及び皮質活動とも一貫した変動は見られなかった。10分間のtDCSではMOCRの増強が確認された一方で、一次聴覚野の応答を反映するPa成分は弱化した。二次聴覚野領域以降の応答を反映するN1-P2振幅には有意な変化は確認されなかった(Fig.1)。tDCSに対するMOCRと皮質活動の応答性の違いを説明するモデルの構築には至らなかったものの、短時間のtDCSはMOCRの変動を引き起こす可能性があることが示された。



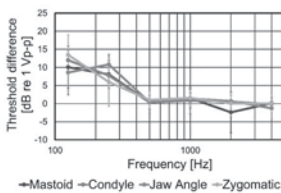
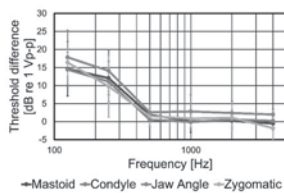
2-Q-41

2-Q-41 顔面部位での骨伝導音聴取における食い縛りの影響

Effects of static clenching on perception of bone-conducted sounds presented to the facial parts

☆種石まりあ, Irwansyah, 大塚翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆ 骨伝導は種々のコミュニケーション・デバイスへ応用されており、顔面へ呈示する方式も検討されている。
- ◆ 顔面は多数の骨や筋肉などが入り組んだ複雑な構造を有し、口腔形状や顔面筋の硬さが頻繁に変化する。顔面に呈示された骨伝導音の知覚は、顔面の状態に依存する可能性が高い。
- ◆ 本研究では、静的な食い縛りが顔面での骨伝導音聴取に与える影響を検討した。食い縛りの状態を変化させて検出閾計測を行い、顔面部位(下顎角、頬骨)と従来部位(乳様突起、顎状突起)の比較を行った。
- ◆ 低周波では食い縛りによって検出閾が上昇したが、高周波では検出閾の変化は確認されなかった。顔面部位と従来部位における食い縛りの効果は同程度であった。
- ◆ 低周波域では、耳栓装用下での食い縛りによって血流雑音が増幅され、骨伝導聴取を阻害した可能性が考えられる。



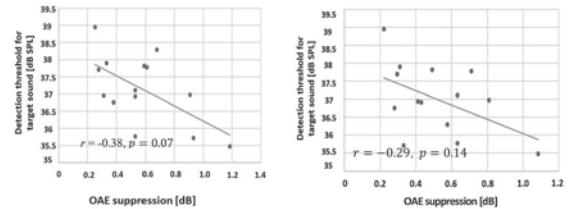
2-Q-40

2-Q-40 オリブ蝸牛束反射と雑音下での聴取成績の関係 -若年層と中年層の比較

Relationship between medial olivocochlear reflex and listening performance in noise - Comparison of Young and Middle-Aged Groups, by DOWAKI, Yuri, OTSUKA, Sho and NAKAGAWA, Seiji (Chiba University).

☆堂脇悠里, 大塚翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆ 脳幹から外有毛細胞(OHC)へ接続するオリブ蝸牛束には、音響刺激に反応し、OHCの増幅を抑制する働きがある(オリブ蝸牛束反射:MOCR)。MOCRは、OHCのゲインを調節することで、雑音下での聴取を改善する役割(アンチマスキング効果)を果たすと考えられている。著者らはこれまでに、聴覚的注意に伴うMOCRの増強が、アンチマスキング機能に与える影響を検討してきた。
- ◆ 前報では、聴取課題実行中はMOCR強度が増大し、課題を実行していないリッピンな条件に比べて、聴取成績との相関が高いことを示した。MOCRの増強が聴取によってアンチマスキング効果が増大することが示唆された。本研究では、中年者を対象として同様の実験を行うことで、加齢に伴う雑音下での聴取能力の低下とMOCRの能動的制御機能との関係を調べた。
- ◆ 若年者群においては、前報と同様に、聴取課題実行時の方が、非注意条件に比べてMOCR強度が増大し有意に高かった。一方で、中年者群においては、条件間差統計的に有意な差は認められなかった。この結果は、MOCRの能動的制御機能が加齢により低下することを示唆している。さらに中年者群においては、課題実行中に測定したMOCRが増大し、雑音下での聴取能力が低下傾向が見られた一方で、非注意条件では両者の間差相関が認められなかった(Fig.1)。これらの結果は、MOCRの能動的制御機能の低下が、加齢に伴う雑音下での聴取能力低下の一因である可能性を示している。



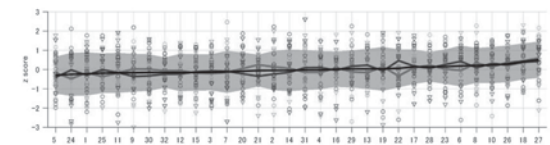
2-Q-42

2-Q-42 定常背景音が記憶課題に与える影響: 聴覚高次特徴量に基づく検討

Effects of steady background sounds based on auditory statistics of modest complexity on a memory task

○浅川香(三菱電機), 橋亮輔(産総研), 飯島尚仁(三菱電機), 坂本修一(東北大通研/院情報研), 佐藤洋(産総研)

- ◆ 執務空間における高集中シーンに適した音環境を明らかにするため、背景音として定常音29種を用い、それをスピーカまたはヘッドホンで呈示した場合に単語記憶課題成績に与える影響を検討した。
- ◆ 実験の結果、虫の声や雨の音(音源27, 26)といった自然音に由来する音の成績が高く、切削音や金属旋盤等に由来する音(音源1, 24)の成績が低い傾向がみられた(Fig.1)。
- ◆ 音の呈示方法による課題成績と心理音響特徴量、聴覚高次特徴量との関係を調べるため相関分析を行ったところ、ヘッドホン条件では変調スペクトルの一次元表現値(トナリティ、変動強度と負の相関)、スピーカ条件ではラフネスと正の有意な相関を確認した。



2-Q-43

2-Q-43 ASMR 音源の音響的变化が聴取者に与える影響の調査

Investigation of the effect of acoustic differences in ASMR audio signals on listeners

☆森寄隼一郎, 坂野秀樹, 旭健作(名城大)

◆ASMR(自律感覚絶頂反応)とは、人が聴覚や視覚への刺激によって感じる、心地よい、脳がゾワゾワするといった反応・感覚のことである。ASMR音源の高周波帯域の振幅が小さく、低周波帯域の振幅が大きいときにゾワゾワ感は増大し、高周波帯域で音の変動が大きいとゾワゾワ感は高まることが先行研究において示されている [Terashima H et al., 2024].

しかし、ASMR音源の音響的变化が聴取者に与える影響については明らかになっていない。



- ◆本研究では、ASMR音源の重畳処理によって、元の音源から音響的特徴を変化させ、その加工音源に対して分析を行った。
- ◆単一音源のほうが重畳音源より特定の音の特徴が際立つため、ASMRのトリガーになりやすい可能性がある。また、音源のRMS値の大きさによる差異は、ILD・ITDの特徴量で比較的大きな違いが表れていた。

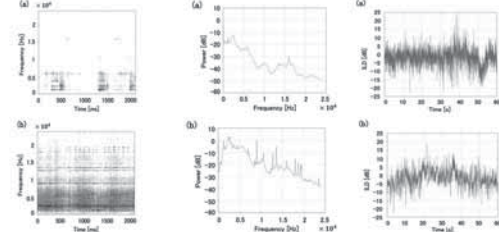


Fig. 1: Comparison of (a) single audio sources and (b) superimposed audio sources

Fig. 2: Comparison of superimposed audio sources (a) small RMS value, (b) large RMS value

2-Q-45

2-Q-45 音の消失検出感度に聴覚空間注意が及ぼす影響の方位依存性の分析

The effect of auditory spatial attention on the directional characteristics of sound disappearance detection sensitivity.

☆久保捺姫, 坂本修一(東北大通研院・情科研)

△Maria Chait (Ear Institute/UCL)

- ◆本研究では、音環境変化方向に注意を向けることで、変化検出感度がどのように変化するかを検討した。
- ◆競合音存在下での1音の消失変化を用い、特にとどの方位にも注意を向けさせない条件(No-Cue)と特定の方位に注意を向ける条件(Cue)を設定し、正答率と反応時間を指標として注意効果を分析した。
- ◆聴取者には、Cue条件では、指示した方位でのみ変化が生じることを伝え、その方位に注意を向けてタスクを行うように求めた。
- ◆実験の結果、正答率と反応時間共に、どの方位でも条件間に顕著な差は見られず、空間的注意は変化検出精度に影響を及ぼさないことを示唆する結果が得られた。

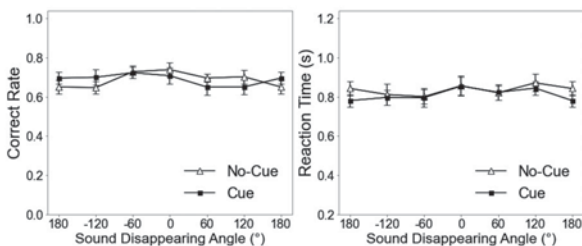


Fig. 1: Correct rate and reaction time of sound disappearance detection as a function of the direction. (△: No-Cue condition, ■: Cue condition)

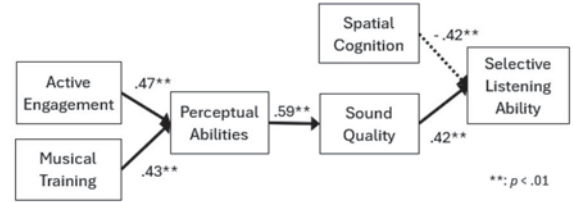
2-Q-44

2-Q-44 習慣的な聴覚の手がかりの活用が選択的聴取に与える影響について

The influence of habitual use of auditory cues on selective listening.

☆岩永真弥(広島大・総合科学), △岩永誠(広島大院・人間社会科学研)

私たちは、多様な聴覚情報の存在下でも特定の聴覚情報に対して選択的に注意を向けることができる。この現象はカクテルパーティー効果と呼ばれ、選択的に注意を向ける聴取方法は選択的聴取と呼ばれる。この選択的聴取力には個人差が認められており、音楽経験や職業経験のような経験的要因の影響が示唆されている。しかし、音楽経験によって強化される選択的聴取力は音に対するものであり、言葉の選択的聴取に直接影響するとは考え難い。そこで本研究では、より身近な日常生活での聴覚の手がかりの活用が選択的聴取に与える影響の検討を行った。実験の結果、聴覚の手がかりの習慣的な活用は言葉の選択的聴取力を高めるだけでなく、聴覚の手がかりの選択にも個人差が存在する可能性が示唆された。また、音楽経験により強化される音の選択的聴取力は、聴覚の手がかりの活用に応用されることで言葉に対する選択的聴取力を高める間接的な効果を持つ可能性が示唆された。



CFI 1.00; RMSEA .000; 95%CI = [.000, .212]; SRMR .100; GFI .948; AGFI .843; AIC 33.136; BIC 52.753; CAIC 53.212

Fig. 1: The Relationship Between Factors and Selective Listening Ability.

2-Q-46

2-Q-46 無響環境下における距離に対する聴覚的注意効果

Directional selectivity of auditory selective attention in anechoic environment.

☆田中優希(熊本大), 寺岡諒(室蘭工大), △寺本渉(熊本大)

- ◆本研究では、注意を向ける方向が距離に対する聴覚的注意効果に及ぼす影響について検討した。
- ◆特定の距離に注意を向けさせない条件(注意なし条件)と、標的音の提示確率を調整して、42 cm (near), 210 cm (far) のいずれかに注意がひきつけられるよう仕向けた条件(注意あり条件)から構成され、それぞれ前方、側方、後方の3方向で実施された。
- ◆すべての条件において、有意な効果は確認できなかった。
- ◆距離に対する聴覚的注意効果においては、前提条件として、正確に距離を定定できる環境が重要であることが示唆された。

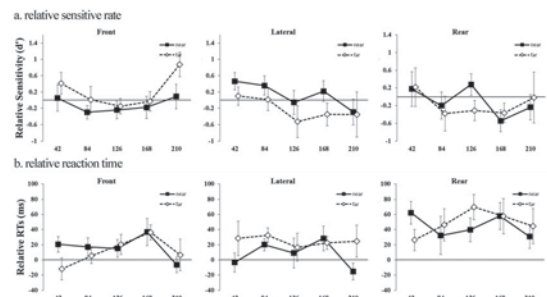


Fig. 2 Relative results (each attention condition – control condition) as function of distance of the target sound sources. a. relative sensitivity for the target sound, b. relative reaction time for the target sound. Error bars denote the standard error of the mean.

2-Q-47

2-Q-47 インパルス応答の直間比操作に基づく距離感制御法の評価

Distance perception control method based on exponential function between DRR and distance.

☆森垣詠太, 中山雅人, 高橋徹 (阪産大院・工学研)

【背景】

- ◆ 音環境の高臨場感再現には音の距離方向の制御が重要である
- ◆ 距離に応じたインパルス応答 (IR) があれば距離感制御は容易
- ◆ 1つのIRから異なる距離のIRに変換ができれば応用が広がる (IR 変換手法[Takahashi, Morigaki, Nakayama, APSIPA ASC 2024])

【問題】上記変換には変換先の直間比 (DRR) が既知という前提がある (変換先の IR を知ることにほぼ等しく実用性が低い)

【目的】距離 d から適切な DRR を予測する

【手段】実測 IR と距離感 (DRR) の関係を指数関数で近似し、DRR の予測モデルを提案する

【結果】DRR 予測モデルに基づく上記変換で得た IR で、相対距離制御可能であると示唆された

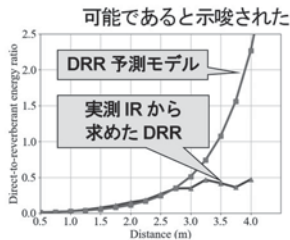


Fig.1: A relationship between source distance d m and DRR of IR at distance d m and DRR prediction model.

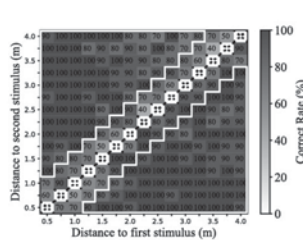


Fig.2: Average correct rate of relative distance perception for impulse response converted by proposed method with DRR prediction.

2-Q-49

2-Q-49 健聴者における高域側及び低域側音源周波数帯域の可聴性が雑音下文聴取閾値へ及ぼす影響

The effect of the audibility of high and low-frequency sound source on the speech reception threshold in noise for normal-hearing.

◎岡龍也, 中市健志(リオン), △岡本康秀(済生会中央/慶應大)

- ◆ 本研究では健聴者において雑音下語音聴取能検査に LPF および HPF を施すことで高周波数および低周波数音源帯域の可聴性が雑音下文聴取閾値に及ぼす影響について調査した。
- ◆ LPF により高周波数帯域より順に制限することで雑音下文聴取閾値もまた順に有意に上昇することを示した。これは周波数帯域を制限したことで共変調マスキング解除量が減少したことによる影響が考えられる。
- ◆ 低域側の周波数帯域情報の欠落は高域側のそれと比較し雑音下語音聴取能の低下への影響が少ないことを示した。

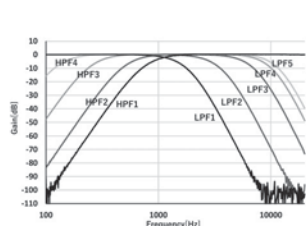


Fig.1: Frequency characteristics of LPF and HPF

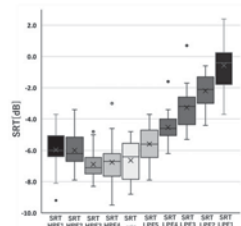


Fig.2: Results of SRT under noise with bandwidth limitation

2-Q-48

2-Q-48 一側性難聴者の聴こえのシミュレーションシステムの開発

Development of a hearing simulation system for people with unilateral hearing loss

☆宮中香凛(千葉工大・院), 飯田一博(千葉工大・先進工)

- ◆ 健聴者が一側性難聴者の聴こえの困難さを体験できるシミュレーションシステムを開発した(Fig.1).
- ◆ 「音源定位の困難」の再現性を検証するため、Typical HRTF を用いて擬似一側聾状態及び両耳聴での音像定位実験を行った。その結果、以下のことが示された。
- ◆ 両耳聴では、被験者 4 名中 3 名は概ね目標方向に回答した。しかし、他 1 名は目標方向が後方では前方に回答が分布した。
- ◆ 本シミュレータによる擬似一側聾状態では、一側聾児と比較して、正答率、左右誤判定率、前後誤判定率において統計的有意な差は見られなかった(Tables 1-3).



Fig.1 GUI for experiencing difficulties in sound localization

Table1 Ratio of correct answer

目標方向	一側聾児	擬似一側聾	検定結果
健側方向	0.36	0.28	n.s.
患側方向	0.07	0.00	n.s.
全方向	0.20	0.12	n.s.

(*: P<0.05 ** : P<0.01 n.s. : not significant)

Table 2 Ratio of left-right confusion

目標方向	一側聾児	擬似一側聾	検定結果
全方向	0.40	0.50	n.s.

(*: P<0.05 ** : P<0.01 n.s. : not significant)

Table 3 Ratio of front-back confusion

目標方向	一側聾児	擬似一側聾	検定結果
全方向	0.37	0.31	n.s.

(*: P<0.05 ** : P<0.01 n.s. : not significant)

2-Q-50

2-Q-50 吸着式振動子を用いた遠位呈示骨導超音波の検出閾推定

Estimation of hearing threshold of distantly-presented bone-conducted ultrasound using a suction vibrator

☆高橋尚也, 大塚 翔, 中川誠司(千葉大)

- ◆ 骨伝導で呈示された 20 kHz 以上の高周波音 (骨導超音波) は、頭部から離れた位置に呈示された場合 (遠位呈示) も明瞭に知覚可能である。そのため、体幹や上肢などから振動子に触れた対象者のみに音情報を伝達する新型音響デバイスへの応用が図られている。
- ◆ 一般に骨伝導には振動子装着時に痛みが生じる、見た目が悪いといった装着上の問題があるが、遠位呈示はこれらの問題を解決できる可能性がある。しかしながら、先行研究では伸縮性バンドで体感や上肢に固定しており、手間がかかるために実用的ではなかった。
- ◆ 前報では、両面テープによって振動子を固定する貼付式振動子の性能評価を行った。本研究では、さらなる呈示効率の向上を目指して、吸盤によって振動子を吸着固定する吸着式振動子を試作し、外耳道内振動計測および検出閾推定によってその性能を評価した。
- ◆ 吸着式振動子による刺激呈示効率は、皮下脂肪圧の影響を受けやすい可能性が示された。また、貼付式振動子で固定できなかった鎖骨においても固定可能であったが、振動呈示効率や保持可能時間は旧来のバンド式や貼付式振動子に劣っていた。吸盤形状の最適化や貼付式の併用による保持力の向上が必要である。

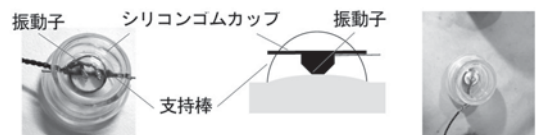


図 1 吸着式振動子(振動子がシリコンゴムカップに挿入されたもの)。カップ上面を押圧して呈示部位に吸着させる。