

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 4 日現在

機関番号：32621

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02889

研究課題名(和文)声道模型を中心とした音響学・音声科学の教育とICTの融合

研究課題名(英文) Education in Acoustics and Speech Science with ICT using Vocal-tract Models

研究代表者

荒井 隆行 (Arai, Takayuki)

上智大学・理工学部・教授

研究者番号：80266072

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：私たちがどのように音声を生成しているか、その機構を体感的に学べるよう、声道の物理模型やリード式音源などを中心に科学教育や音響教育への応用を進めた。研究成果は国内外の協力者に評価していただき、オンライン教材のニーズも世界中で高まる中で、音響音声学デモンストレーションのコンテンツもさらに充実させた。特にICTとの融合を加速させ、声道模型をPCによって制御させるシステムも複数の方法で実現した。結果、PC制御により母音と子音を含む音声のダイナミクスを再現可能となり、声道模型を「喋らせる」ことを実現。機構にカムを応用させることにも成功し、アルゴリズムと音声合成を結びつけて学ぶ教育への架け橋となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

音響学の基礎教育プログラムの開発は、アメリカ音響学会の原著論文として出版された。その成果の一部は国立民族学博物館の特別展や、インドの科学館、ドイツ・チェコの大学などでも展示され、中高生を対象とした動画も制作・公開した。声道模型には汎用性があり、COVID研究の一環としてエアロゾルや飛沫の飛散についてレーザー光で測定する実験では、人体を危険にさらさず安全かつ高度な実験が実施でき、声帯振動時に飛沫が生まれる様子の再現などにも成果を上げた。また、ブラジルとのオンライン授業では、現地から、我々の研究室にあるロボットアームと声道模型を音声コマンドで遠隔操作し、模型から母音を出力する実演も成功させた。

研究成果の概要(英文)：To intuitively teach how we produce speech sounds, we continued to develop physical models of the human vocal tract and the larynx, and we implemented them for education in acoustics. The outcomes were evaluated by collaborators inside and outside Japan. As the demand for online educational tools has increased globally, we also expanded the contents of our "Acoustic-Phonetics Demonstrations" website. In addition, to accelerate the integration of ICT in our educational system, we developed several systems in which PCs are used to control the vocal-tract models. In the resulting speech dynamics systems, vowels and consonants can be produced using the controls on the PC. In addition, we developed a system that includes a cam mechanism for implementing speech dynamics. Thus, our systems will serve as a bridge between algorithm education, speech synthesis, and speech science.

研究分野：音声科学・音声工学を含む音声コミュニケーション、音響学、音響音声学、音響教育

キーワード：自然科学教育 音響教育教材開発 音声生成 声道模型 母音・子音 ICT 可視化・可聴化

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

本研究は 2005 年度から続く一連のプロジェクト (科研費 17500603 / 19500758 / 21500841 / 24501063 / 15K00930 / 18K02988) の流れを汲み、その大きな目標は、人間の音声コミュニケーション機構を解明しながら物理模型を開発し、音にかかわる科学教育に活用すること、さらには言語学習における発音教育への応用や言語治療を含む臨床応用、そして発話ロボットを含む工学応用にまで至る。それをまとめたのが図 1 であり、教育、科学、応用という 3 つの柱がそれぞれに重なり合いながら、お互いを支えている。教育面においては、音そのものの教育から音声の作られ方 (音声生成) や音声の聞こえ方 (音声知覚) そしてその両者が組み合わされて展開される音声コミュニケーションまでを範囲として、対象も小学生から大学生や大人まで、また理工系の学生から言語学 (音声学を含む) を志す学生、言語聴覚士や医師といった幅の広い方々にまで及ぶ。そのための教材、声道模型やその他の教具を開発することは、同時に音声生成や音声知覚を含む音声コミュニケーション機構の解明にも貢献することから、両者には車の両輪関係がある。また、音や声の教育は言語教育における音声教育にも直結し、言語障害がある方々への治療への応用も期待できる。そのため、我々が開発した声道模型は臨床の場でも注目を集めている。さらに、発話機構を物理的に模倣できればコンピュータに制御させることによって、新しいコミュニケーションロボットへの提案へもつながってくる。

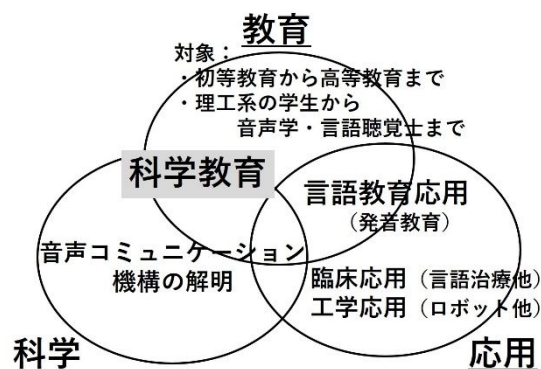


図1：最終目標の3つの柱

もともと、音声の生成機構に対する研究

は、18 世紀の von Kempelen による speaking machine にまでさかのぼるが、20 世紀に入ると Chiba and Kajiyama (1941-42) は著書「The Vowel」の中で、母音生成機構について詳細を調べ、声道模型を用いて作られる母音が人間の発する母音によく近似することを示している。我々はその模型を 2001 年に復元し、それをベースに様々なバリエーションを追求、今までに母音や子音を生成する模型をいくつも開発し、音の科学教育に役立ててきた。そして、そのためのオンライン教材である (Acoustic-Phonetics Demonstrations、略して AP Demos) を専用 web ページから公開し、そこに掲載している動画を同名の YouTube チャンネルでも公開したところ、全世界から広くアクセスされている。そして、Chiba and Kajiyama (1941-42) による声道模型 VTM-N20 に加え、より本質を追求しシンプルな形状を追求した VTM-T20 の 2 セットについて、3D プリンタで自由に模型を造形できるように STL ファイルを AP Demos の web ページから公開し、全世界の多様な方々に利用してもらっている。このように、物理模型を実際に手に取れる音の科学教育に加え、模型を入手できずとも Web 上で学習できるような動画も揃いつつあった。しかし、最近開発してきた解剖模型風声道模型など、その応用にまだ十分至っていないものもあった。

一方、2020 年度に入ってから COVID-19 により急速にオンライン教材の需要が高まった。事実、上記 AP Demos の利用許諾を得る問い合わせが、国内外からも相次いだ。しかし、図 1 の最終目標に対して我々が提供する教材は十分とは言えず、また声道模型などにアクセスできない場合であっても、それを収録した動画のみならず、オンライン学習の中で身近な材料を使って実験などを実現するためのさらなる工夫が必要となった。これらは、インターネットや端末機器を含む ICT 関連の技術の発展とも相まって、さらに加速するポテンシャルを秘めていた。

さらに、我々が今まで取り組んで来た声道模型を中心とする開発が ICT と融合することによって、次のような可能性も広がると考えられた。もし自動制御により音声生成を模擬することができれば、発話ロボットとしての工学応用のみならず、人間とロボットの間で繰り広げられる音声コミュニケーションのメカニズムを解明できるのではないかというものである。さらに、声道模型をコンピュータで動かすこと自体がプログラム教育に応用できる可能性があると考えた。

2. 研究の目的

以上のような背景のもと、新たなプロジェクトを始めるのに際して、以下を目的とした。

声道模型の改良を引き続き行い物理模型の開発を発展させる一方、音声科学や音響音声学を中心とした科学教育のためのオンライン教材も充実させる。特に、AP Demos の web ページにおけるコンテンツをさらに充実させることにより、今後もオンライン授業に活用できるようにする他、英語化も徹底することにより全世界に向けて動画を含むコンテンツを発信する。声道模型にアクセスできない場合にも、動画のみならず、身近な材料で声道模型を工作し実験できるような提案が改善されれば、対面式のワークショップ形式にこだわらず、自宅にしながら、あるいは全世界にいながらにしてネットワークを介して仮想的な (バーチャルな)

工作教室・科学教室を実施できるようになる。そのようなオンライン活動を提案する。声道模型の動きをコンピュータによって制御できるように改良し、さらに人間とロボットの間で繰り広げられる音声コミュニケーションを観測・分析することにより、音声コミュニケーション機構の解明を試みる。

さらにコンピュータを使って声道模型を動かすこと自体、プログラム教育の応用例として学生・生徒にとって有効であることが考えられるため、そのような教育コンテンツを揃え、ICT教育にも貢献する。

その他、声道模型を中心とした教材をあらゆる技術と融合させることによって、新たな価値を創造する可能性も追及する。

3．研究の方法・成果

前節にて掲げた目的別に、その方法と研究成果について述べる。

声道模型等の開発・AP Demos の充実他

今までの成果として、インドの The Regional Science Centre, Guwahati における声道模型の展示が 2021 年から始まった。インドの科学館において空気ポンプを直接踏んで呼気を作り出す機構を採用した。その際、音源部のリードを痛めやすいことを経験していたことから、かねてより検討していた蛇腹機構の構想も具体化した。その検討結果は、国立民族学博物館にて企画された特別展「Homō loquēns 『しゃべ

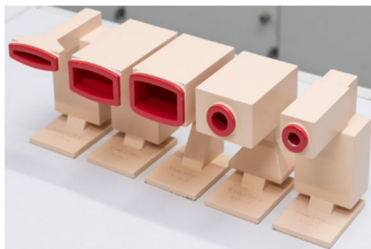


図 2：国立民族学博物館で展示された声道模型

べるヒト』—ことばの不思議を科学する」(2022 年 9 月 1 日～11 月 23 日)において展示された。そこでは、アルミフレームを組んだ上でそのフレーム内に蛇腹機構を設置し、来館者が自らペダルを踏んで蛇腹を膨らませ、足を離して蛇腹が元に戻る際に空気を送り出し、リード式音源が喉頭原音を生み出すようにした。図 2 (右) には、その蛇腹機構を伴うリード式音源が、スライド式声道模型 (VTM-S24) に接続されている様子を示す。また、同展示においては声道模型もシンプルかつ、直角に曲がった形のものを採用した (図 2 左)。今まで携わってきた博物館展示のほとんどにおいて、声道模型はまっすぐな音響管を用いてきた。しかし今回は、人体がそうであるように途中で直角に曲がった模型を製作、さらに口唇部を赤く塗るなど工夫したことで、より効果的なハンズオンの展示が可能となった。

2021 年より今までのものよりサイズを細く短くしつつ、音質を損なわない声道模型を再び追及しその評価を行った。その結果、多少の母音の質の劣化が見られるものの、その程度は十分小さく実用に耐えられるものを実現した。合わせて、同様にサイズを細く短くした複数のスライド式 3 音響管モデルを使って、サイズの異なるリード式音源とも組み合わせ、母音の質の評価などを行った。その結果、子どもから成人 (女性と男性) の母音を再現できることが再確認された。なお、その成果から、国立民族学博物館における展示では今までよりも一回り小さいサイズのスライド式声道模型を使用した (図 2 右)。

オンライン教材については、国内外から引き続き、使用許可の問い合わせが相次いでいる。さらに、AP Demos のコンテンツの中で、音の物理学の基礎に関して今まで足りなかった項目を大幅に補強、特に動画やアニメーションを飛躍的に増やした。そして、言語聴覚士を含む音響学の基礎を改めて学びたい方々を中心に、同コンテンツを使ったオンライン講座を 2021 年 10 月 3 日に実施した (科研費 20K03074 と共催)。その際、教育的な効果を調べるため実施前後でアンケート調査を行った。その結果、増強されたコンテンツを含む AP Demos を使用し、提案する教育プログラムに沿った内容の本講座は、高い教育効果をもたらすことが明らかになった。この成果は、アメリカ音響学会の音響教育特集号において原著論文として掲載された (Arai, *J. Acoust. Soc. Am.*, 152, 2022)。

動画については、中高生や一般の方々を対象に、2 本を制作した。1 本目は、音や声の応用がどのような学問の延長上にあるかを解説する導入動画であった (図 3)。2 本目は、音の性質である共鳴 (共振) の一例を示すための動画を制作した。

声道模型などの教材は、以下に示す国内外の教育機関などで評価をしていただいた：

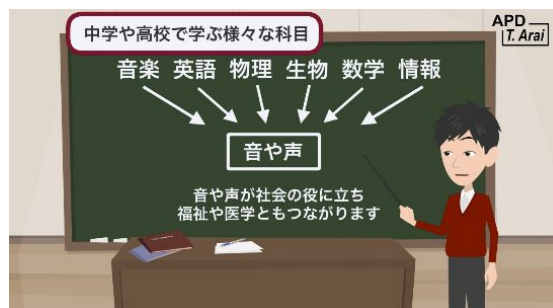


図 3：中高生や一般の方々向けの音や声に関する導入動画

北海道大学、順天堂大学、筑波技術大学、立命館慶祥高等学校（スーパーサイエンスハイスクール事業の一環としての課題研究）、Dresden 工科大学、Pennsylvania 州立大学、New York 医科大学、Music Studio、香港中文大学、アメリカ音響学会音響教育委員会、MIT、Pennsylvania 州立大学、Arizona 大学、Texas 大学、ブラジル Paraiba 大学、チェコ Charles 大学、台湾国立陽明交通大学など。また、音声生成機構の解明は子ども向け英語番組である NHK E テレ「えいごであそぼ with Orton」の実験監修にも活用され、また同じシリーズの「えいごであそぼ Meets the World」における発音コーナーの監修業務においても活かされた。

ワークショップや工作教室

スライド式声道模型においても同様に、サイズを今までのものより細くまた短くしつつも、音質がそれほど損なわれないことが再確認されたので、今までよりも工作がしやすくなった。これにより、工作ワークショップでは身の回りにある素材の実験が以前よりもしやすくなった。その細く短いサイズで声道模型を自作するワークショップの一例として、図 4 に国立民族学博物館の様子を示す（2022 年 10 月 2 日開催）。

別のワークショップの形態としては、講義と合わせてダウンサイジングされたスライド式声道模型（VTM-S24）とスピーカを組み合わせた実験を行うものである（図 5）。この場合、PC から喉頭原音を再生するが、声の高さを制御するために、イントネーションやメロディーを付加することが可能となる。この形態でのワークショップを、次の 3 つのイベントにおいて行った。

- ・ Int'l Workshop for Young Maxillofacial Prosthetic Educators（2023 年 3 月、東京医科歯科大学）
- ・ 大学体験講義（2023 年 7 月、横浜共立学園高等学校）
- ・ 特別授業「サイエンス。いいね！」（2023 年 12 月、上智大学）



図 4：工作ワークショップ
（国立民族学博物館）



図 5：スピーカと VTM-S24

PC 制御による声道模型

見た目がより人間の顔に近い解剖模型式の声道模型において、舌や下顎を動かす機構の試作を重ねた。その結果を図 5（左）に示す。この試作機においては舌を動かすことには成功したものの、定常的な母音の明瞭度も低く、子音と母音を組み合わせると発話させるためには動作が遅いなどの問題点があった。梅田・寺西式声道模型については、2010 年に PC 制御が可能になったものの、その後のメンテナンスなどが必要であったため、システムの改修・改良を行った（図 5 右上：VTM-UT モデル）。このシステムでは、PC から送られる時間ステップごとの位置情報によって 11 基のリニアアクチュエータが動くことによって、声道形状が変化する。スライド式声道模型についても、PC の制御によって動くシステムを開発した（図 5 右下：VTM-S24-D1 モデル）。

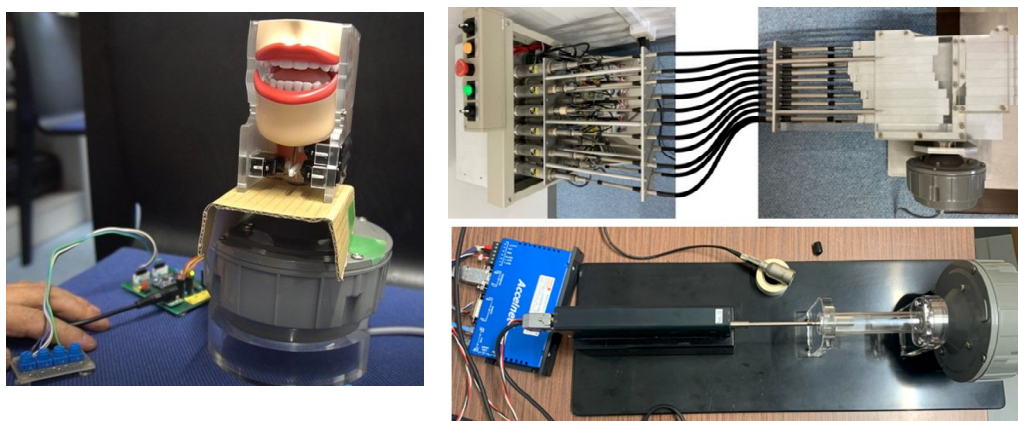


図 5：PC 制御による声道模型。左：解剖模型式、右上：VTM-UT、右下：VTM-S24-D1。

特に、VTM-UT と VTM-S24-D1 を用いた 2 つのシステムにおいて、PC 制御により音声のダイナミクスを再現することが可能となり、声道模型で母音と子音を含むフレーズを生成したり、メロディーを付加して歌唱させたりすることに成功した。VTM-S24-D1 については、さらにターゲット母音を与えると、システム自身が様々な音質の母音を発しながら学習し続け、最終的にターゲット母音を真似ることができるような機能を持たせることができ、人間の音声コミュニケーションをシミュレーションする一歩となった。なお、現時点では VTM-S24-D1 を改良してアクチュエータの数を 3 つに増やした VTM-S24-D3 モデルを実現している。

ICT 教育への応用

ロボットアームとスライド式声道模型を組み合わせることによって、簡単な命令によって声道模型による母音生成を可能とするシステムを開発した。このシステムでは、ロボットアームに簡単な命令を送ることにより、アームが肺を模したピストンの取っ手を引き上げ、それを離すことによって空気を送り、リード式音源が喉頭原音を生成して声道模型を鳴らし、最終的に何らかの母音が作られる。なお、スライド部の位置を予め変えておくことによって、異なる母音が作られる。ロボットアームを動かすには、グラフィカルなプログラム環境もある上に高級言語も使用可能なため、様々な ICT 教育と音響教育の両方を一度に実現することが可能である。

また、本システムを利用することによって、遠隔で操作できるシステムも構築した。これは、2022 年に開催された国際音響学会議における荒井の招待講演でのアイデアに基づくものである。この遠隔操作システムでは、例えば音響音声学を学ぶ学生と上智大学荒井研究室とをテレビ会議システムで結ぶ。そして、遠隔地から簡単な音声コマンドを送ると荒井研究室の PC がその音声認識してロボットアームを動かす。これにより、スライド部の位置を任意に変えて声道から生成される母音の違いを遠隔地から体験できる。実際にブラジルとオンライン Workshop を開催（2024 年 3 月 18 日）し、上智大学の研究室にある声道模型を現地から送信された音声コマンドで遠隔操作し、模型に母音を出力させる実演も成功させた。これにより、ICT を使うことによって貧困地域を含む世界のどこからも遠隔で声道模型を操作することができるようなシステムが構築できた。

一方、VTM-UT モデルの「声道模型を喋らせる」機構にカムを応用させることにも成功した（図 7：VTM-UT-D6）。この声道模型は、カムの形状を変えることによって異なるフレーズで「喋る」ことが可能となる。これにより、アルゴリズムと音声合成を結びつけて学ぶ教育への架け橋となった。

その他

本プロジェクトを開始した当初は、依然として COVID-19 のパンデミックの最中であった。一方、人間にはリスクがあって実験がしにくいレーザー等の強い光線を用いた飛沫やエアロゾルの可視化に対し、声道模型を用いて可視化の実験が実施可能であることを確認し、COVID に関連する貢献も実現した。人間の音声生成機構のうち、一部の母音と子音に特化した声道模型として母音/a/といくつかの子音（/b/, /m/, /w/, /d/, /n/）を生成可能なモデル（BMW-DN モデル）を新たに開発し、既存のモデルと共にレーザーシート等を用いた飛沫やエアロゾルの可視化の実験に使用した。そして、リード式音源についても振動時に飛沫が生まれやすくなる様子を測定することに成功した。これは、発声時や歌唱時に感染リスクが高まることを説明するものであり、声帯が振動する際に飛沫が生まれやすくなることを示す客観的な証拠の一つとなった。なお、この可視化に関する研究は途中から豊橋技術科学大学と大阪大学との共同研究で行われた。



図 6: ロボットアームと声道模型



図 7: カム機構を持つ VTM-UT-D6。

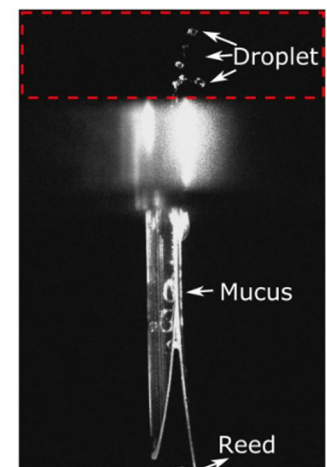
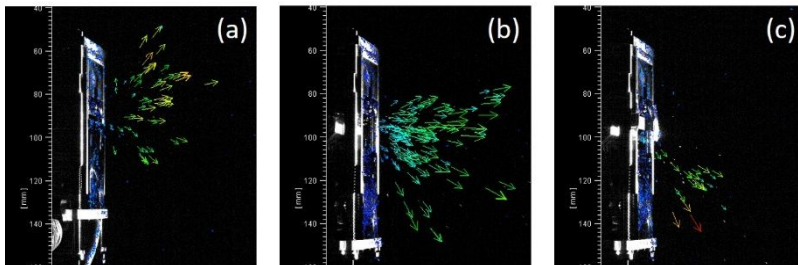
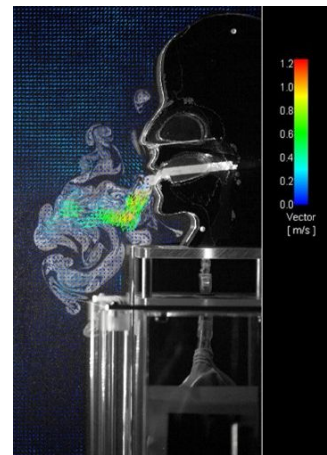


図 8: 声道模型の COVID への貢献。右上: エアロゾルの拡散の様子、左: BMW-DN モデルによる飛沫の飛散、右下: リード式音源による人工声帯の振動と飛沫の誕生の様子。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 T. Arai	4. 巻 152
2. 論文標題 Education in basic acoustics for acoustic phonetics and speech science	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of the Acoustical Society of America	6. 最初と最後の頁 2746 ~ 2757
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1121/10.0015050	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 T. Yoshinaga, T. Arai, H. Yokoyama, A. Iida	4. 巻 43
2. 論文標題 Effects of airflow in constricted vocal tracts on vowel production of the reed-type artificial vocal fold	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Acoustical Science and Technology	6. 最初と最後の頁 283 ~ 286
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1250/ast.43.283	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Yoshinaga, T., Arai, T., Inaam, R., Yokoyama, H., Iida, A.	4. 巻 184
2. 論文標題 A fully coupled fluid-structure-acoustic interaction simulation on reed-type artificial vocal fold	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Acoustics	6. 最初と最後の頁 108339
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apacoust.2021.108339	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 吉永司, 荒井隆行, Inaam R., 横山博史, 飯田明由	4. 巻 40
2. 論文標題 円筒型声道を付したリード式人工声帯の流体 - 構造 - 音響連成シミュレーション	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ながれ	6. 最初と最後の頁 227-234
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計45件(うち招待講演 5件/うち国際学会 12件)

1. 発表者名 T. Arai, R. Suzuki, C. Earp, S. Tsuji and K. Ochi
2. 発表標題 Production of phrases by mechanical models of the human vocal tract
3. 学会等名 INTERSPEECH (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 T. Arai, T. Yoshinaga and A. Iida
2. 発表標題 Comparing /b/ and /d/ with a single physical model of the human vocal tract to visualize droplets produced while speaking
3. 学会等名 INTERSPEECH (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Yoshinaga, T. Arai and A. Iida
2. 発表標題 A relationship between vocal fold vibration and droplet production
3. 学会等名 INTERSPEECH (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Arai
2. 発表標題 Bent vs. straight models of the human vocal tract based on measurements by Chiba and Kajiyama
3. 学会等名 International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 荒井隆行
2. 発表標題 声道模型を用いて声質が異なる母音を生成した際の音響分析に対する検討
3. 学会等名 日本音声言語医学会学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 荒井隆行
2. 発表標題 調音・聴覚に視覚・触覚も加えて音声教育を考える
3. 学会等名 日本語音声教育 - 研究と実践 - (東京音声研究会記念シンポジウム) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 言語聴覚士養成校の音響学, コロナ禍で何が変わったか?
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 荒井隆行
2. 発表標題 音源とフィルタの相互作用を声道模型を使って示す試み
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 南智哉, 吉永司, 荒井隆行, 飯田明由
2. 発表標題 リード式人工声帯と口腔モデルを用いた調音様式が飛沫生成に及ぼす影響の調査
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 T. Arai
2. 発表標題 A possible prosthetic device for speech sound disorders
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木良平, 小林凜音, 藤岡篤史, 荒井隆行
2. 発表標題 オンライン会議システムを介した音声コマンドによる声道模型の遠隔制御
3. 学会等名 日本音響学会音声コミュニケーション研究会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 荒井隆行, 鈴木良平, C. Earp, 辻慎也
2. 発表標題 声道模型による音声ダイナミックスを再現する試み
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 言語聴覚士のコミュニケーションのための音環境調査
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 T. Arai, M. Yamada, M. Okusawa
2. 発表標題 Syllable sequence of /a+/ta/ can be heard as /atta/ in Japanese with visual or tactile cues
3. 学会等名 INTERSPEECH (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Arai
2. 発表標題 A smart outreach activity for education in acoustics and speech science
3. 学会等名 International Congress on Acoustics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Arai
2. 発表標題 Introduction to various speech production and evaluation using physical models
3. 学会等名 International Workshop for Young Maxillofacial Prosthetic Educators (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 荒井隆行, 吉永司, 飯田明由
2. 発表標題 リード式人工声帯が発生する喉頭粘液の液膜と飛沫の可視化
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 荒井隆行
2. 発表標題 日本語における促音の知覚とモダリティ
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 荒井隆行
2. 発表標題 国立民族学博物館での特別展における声道模型展示とワークショップ
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 音響学の実習についての調査
3. 学会等名 日本言語聴覚学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 「STの音響学活用相談会」求められているもの
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 「ST養成校の音響学教師のつながり」を作る
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 STにとっての「マイボイス」
3. 学会等名 日本首声言語医学会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 「聴覚心理学」を知ってもらう活動
3. 学会等名 日本音響学会音声コミュニケーション研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 聴覚障害の臨床と聴覚心理学
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 「使える音響学」にする試み
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Arai, T.
2. 発表標題 Vocal-tract models to visualize the airstream of human breath and droplets while producing speech
3. 学会等名 INTERSPEECH (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Arai, T.
2. 発表標題 Downsizing of vocal-tract models to line up variations and reduce manufacturing costs
3. 学会等名 INTERSPEECH (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Arai, T.
2. 発表標題 What is a speech chain and how can this concept be applied to the various areas of speech communication in an intelligent society?
3. 学会等名 International Conference on Emerging Issues in Technology, Engineering, and Science (ICE-TES) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshinaga, T., Arai, T., Yokoyama, H. and Iida, A.
2. 発表標題 The analysis of jet flow and sound generation of the reed-type artificial vocal fold
3. 学会等名 International Conference on Jets, Wakes and Separated Flows (ICJWSF) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 荒井隆行
2. 発表標題 声を知る・声で知る：音声の科学から応用まで
3. 学会等名 日本法科学技術学会 第27回学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 荒井隆行
2. 発表標題 声道模型を用いた音声生成時における飛沫の可視化
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小泉正樹, 吉永司, 荒井隆行, 飯田明由
2. 発表標題 電磁制御されたリード式人工喉頭を用いた短時間母音生成
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉永司, 荒井隆行, 横山博史, 飯田明由
2. 発表標題 声道内の狭窄と気流がリード式人工声帯の母音生成に及ぼす影響
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 ST養成校の音響学の思い出調査
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 STの臨床における録音環境調査
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉永司, 荒井隆行, 横山博史, 飯田明由
2. 発表標題 狭窄を有する声道内の気流と音がリード式人工声帯の振動様式に与える影響
3. 学会等名 日本流体力学会 第35回数値流体力学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉永司, 荒井隆行, 横山博史, 飯田明由
2. 発表標題 リード式人工声帯の流体 構造 音響連成解析
3. 学会等名 日本機械学会 第41回流力騒音シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 STの臨床のための音響学
3. 学会等名 日本音声言語医学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 言語聴覚士のための音声の音響分析
3. 学会等名 日本音声学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 荒井隆行
2. 発表標題 声道模型の動きを制御する試み
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 男澤和果, 荒井隆行, 渡邊儀輝
2. 発表標題 サイズの異なるスライド式3音響管
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 音響学は必要? 卒業後に変わったこと
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 音響学は聴覚検査と関係あるのか?
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若菜, 安啓一
2. 発表標題 言語聴覚士養成校の聴覚心理学
3. 学会等名 日本音響学会 音声コミュニケーション研究会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Acoustic-Phonetics Demonstrationsのページ(日本語)
<https://splab.net/APD/ja/>
 Acoustic-Phonetics Demonstrationsのページ(英語)
<https://splab.net/APD/>
 Acoustic-Phonetics Demonstrationsのページ(日本語):
<https://splab.net/APD/ja/>
 Acoustic-Phonetics Demonstrationsのページ(英語):
<https://splab.net/APD/>
 声道模型は、米国MIT、Pennsylvania州立大学、Arizona大学、Texas大学、NewYork医科大学、Music Studio、ドイツDresden工科大学、香港中文大学、インドThe Regional Science Centre, Guwahati、ブラジルParaiba大学、チェコCharles大学、台湾国立陽明交通大学他と連携し、評価してもらった。米国音響学会とも連携しアウトリーチに使用され、高い評価を得た。高校生を対象とした授業では実習も行い、PC上で生成された音源をスライド式声道模型に入力して音の違いを体感するという、ICTと物理実験の融合を実現した。

6. 研究組織			
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ドイツ	Dresden工科大学			
米国	Massachusetts工科大学	Pennsylvania州立大学	Arizona大学	他3機関
中国	香港中文大学			
インド	The Regional Science Centre, Guwahati			
ブラジル	Paraiba大学			

共同研究相手国	相手方研究機関			
チェコ	Charles大学			