

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 1 日現在

機関番号：32621

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K02988

研究課題名(和文) 博物館・科学館や教育機関等との連携を視野に入れた声道模型を中心とする教材の開発

研究課題名(英文) Developing vocal-tract models as educational tools and more: Considering collaborations with science museums and educational institutions

研究代表者

荒井 隆行 (Takayuki, Arai)

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)：人間の音声生成をわかりやすく説明する物理模型の開発を主軸に、機構解明という科学的側面から、博物館・科学館や教育現場への応用までを実施した。筒形声道模型を小型化し、軟らかい舌や唇を伴い下顎が動く解剖型模型、衛生的で安定的に音が出る空気ポンプ式の音源等を開発。スライド式声道模型や音源の材料に関して、オンライン授業用に入手しやすいものを検討した。声道模型は、大学での講義(専門教育)はもちろん、国立科学博物館のサイエンススクエアや、学会の教育講演やワークショップ等でも活用されている。また、今まで開発してきた様々な模型と教材等を整理して教育プログラムを体系化し、一部は教科書の1章分としても刊行された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

音声生成機構の解明は音声科学や調音音声学の立場からも重要で、音声教育、言語治療等にも応用されるため意義も大きい。成果は常に講演等にも反映され、国際音声コミュニケーション学会のDistinguished Lecturerとして海外6大学等の他、国際会議や国内学会の招待講演等でも声道模型を用い講演した。国内外の博物館や教育機関と連携して模型を展示・活用していただき、音響音声学デモンストレーションのサイトからは声道模型の3Dプリンタ用ファイルに加え、動画の英語版も公開した。その他、成果はNHK Eテレ「えいごであそぼ with Orton」の実験監修にも活かされており、NHK総合でも紹介された。

研究成果の概要(英文)：While this project covered scientific questions that explore the mechanisms of human speech production and applied the findings to pedagogy (including lectures at educational institutions and exhibitions/workshops at science museums), the main objective has been to develop physical models that facilitate easy understanding of the speech production system. We developed smaller connected-tube models, anatomical-type models with a flexible tongue/lips and a movable mandible, a reed-type sound source with an air pump to make intelligible/loud voices stably and sanitarily, and an online activity with instructions on how to make vocal-tract models and sound sources with everyday products. They have been used in university lectures, at conferences/meetings, and in workshops, including at the National Museum of Nature and Science (Tokyo, Japan) and the Regional Science Centre, Guwahati (Assam, India). A book chapter was also published on the models and programs that we developed.

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 可視化・可聴化 母音・子音 博物館・科学館

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) の流れを汲み、その大きな目標として人間の音声生成機構を解明しながら物理模型を開発し、電子教材等と共に科学教育へ応用すること、また、語学における発音教育や言語治療の臨床現場等にも応用することを掲げている。人間が発する音声の中で、母音については 1941-42 年に Chiba & Kajiyama が出版した *The Vowel* に緻密な実験に裏付けされた生成理論が展開されており、その後、Fant や Stevens らによって母音のみならず子音についても拡張され、現代における音声科学の基礎が確立されてきた。その際、音声生成に関する理論を確認するために、Chiba & Kajiyama は声道に関する物理模型 (声道模型) を使って説明していたが、その後は電気回路やコンピュータの発展と共に、シミュレーションへと置き換わっていった。一方、物理的な模型から音声が発せられる側面は直感的に分かりやすく、教材・教具としても見直されることとなり、2005 年度からの科研費による研究プロジェクトでは常に中心的役割を果たしてきた。

音声が生産される際、基本となるのは肺から送られてくる呼気であり、プロジェクトの初期段階では肺のモデルと頭部形状の声道模型を開発した。横隔膜が下がると外気が肺に流入し肺が膨らむが、逆に肺から空気が外界に出ていく際、人工喉頭の「声帯」が振動することで、声の元となる喉頭原音が生まれる。その喉頭原音が声道で共鳴し、母音が発せられる。声道の形状が変われば発せられる「音」も変わり、また声道に閉鎖や極端な狭めがあればと子音となる。このように、音源と声道の組み合わせによって音声作られる。やはりプロジェクトの初期段階では、上述した Chiba & Kajiyama による声道模型を復元し (以下 VTM-C10)、母音生成の仕組みを教育応用することでその有効性を実証している。

その後、様々な形状や機構の声道模型が試され、母音のみならず子音の生成へと発展していった。その例を図 1 に示す。BL モデルは、より人間に近づけるために今まで直線形状であったのを屈曲させたもの (ブロック可動方式)、FT モデルは軟らかい舌を実現したもの、ANA モデルは人体の解剖モデルのように視覚的にも分かりやすく工夫したもの、BMW/AP モデルは接近音や破裂音などの子音の生成を目的としたものである。これらは人間の生成機構の中でも特定の部分をモデル化し、それ以外を簡素化している。一方で声道形状を究極的に簡素化したものが、VTM-S20 と T20 である。S20 は中央に見えるスライド部が舌による狭窄を模擬しており、声道内の狭窄の位置を変えられるスライド式の 3 音響管である。T20 は C10 を簡素化した結果得られたもので、図 1 の写真は 3D プリントにより出力したものである。

本研究が開始されるまでも、博物館・科学館や教育機関との連携は様々な形で進んできていた。構造が極めて単純な VTM-S20 は身近な材料で製作可能なため、音の科学教室 (主に小学生対象、国立科学博物館にて 2006 年～2009 年実施) や小学校での工作教室に取り入れた。また VTM-C10 や T20 (またはそれに近いモデル) は、静岡科学館 (常設展) や、ソニーエクスプローラサイエンス (企画展)、日立シビックセンター科学館 (常設展)、沖縄こどもの国 (常設展)、スイス Technorama (企画展)、ドイツ Händel Haus (常設展)、エストニア国立博物館 (常設展) などにも展示され、好評を博している。

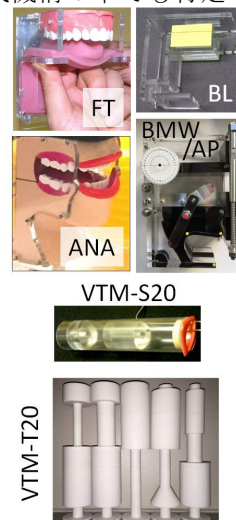


図 1: 最近の声道模型

### 2. 研究の目的

本研究には大きく 2 つの側面があり、1 つは音声生成機構の解明そのもの、もう 1 つはそれを教育するために有効な教材・教具の開発である。生成機構については未解明な部分も少なくないが、機構を模型などで物理的に再現できると教育現場での応用につなげていくことができる。内容も、音声生成過程そのものから派生して言語教育での発音教育や、言語治療の臨床現場等に活用できるようなものまで広がりが期待される。そこで、以下の 3 点を大きな目的として本研究を遂行した:

- 1) 多様な言語における母音と子音の生成機構そのものの解明と、そのモデル化
- 2) 博物館・科学館、科学教室などでの使用を目的とした教材の開発・評価
- 3) 教育機関や臨床現場などでの使用を目的とした教材の開発・評価

### 3. 研究の方法

本プロジェクトを遂行するにあたり、3 つの大きな目的に対しそれぞれいくつかのアプローチをとった。以下に、その 1 つ 1 つの方法についてリスト化する:

- 1 a) 日本語 5 母音の模型の改良 (小型化)

- 1 b) 摩擦子音に関する検討
- 1 c) 英語の母音に関する検討
- 1 d) 見た目がより人間の顔に近い解剖模型タイプの改良
- 1 e) 声道模型を動的に制御する試み
- 2 a) 博物館・科学館の展示にも耐えうるリード式音源の改良
- 2 b) 科学教室などで工作や実験ができるような工夫
- 2 c) 博物館・科学館との連携
- 3 a) 教育機関との連携 (国外)
- 3 b) 教育機関との連携 (国内)
- 3 c) 本の刊行や website を通じての情報発信
- 3 d) その他

#### 4. 研究成果

上記のリストに沿って、以下ではそれぞれの成果について述べる。

##### 1 a) 日本語 5 母音の模型の改良 (小型化)

1 節で述べたように、VTM-S20 や T20 は様々な場面で活用してきている。Chiba & Kajiyama のモデルは男性話者を対象にしていたことから、VTM-S20 や T20 も成人男性の声道サイズをベースに開発を進めてきた。一方で、成人女性や子ども・幼児などの声道サイズを模擬するために、短い声道の模型についても議論や開発を続けている。そのような中、長さが議論の対象になることが多かった半面、断面積を実際の人間の平均的なサイズ以上に小さくする方向性については検討が滞っていた。そこで、VTM-S24 と称して断面積も小さく長さも短い声道模型が、大きいサイズのものと同程度の役割を果たすかについて検討した。その結果、VTM-S24 は実際のサイズよりも特に断面積が小さく設計されているが、母音の明瞭性の観点からすると今までのものと比較しても劣らないことが確認された。また、VTM-T24 と称して、同様に断面積も小さく長さも短い声道模型 (日本語 5 母音) のセットについても検討した結果、S24 と同様に高い明瞭度が認められた。材料費も抑えられるため、教育機関に広く使っていただきやすくなったと言える。



図 2 : VTM-S24

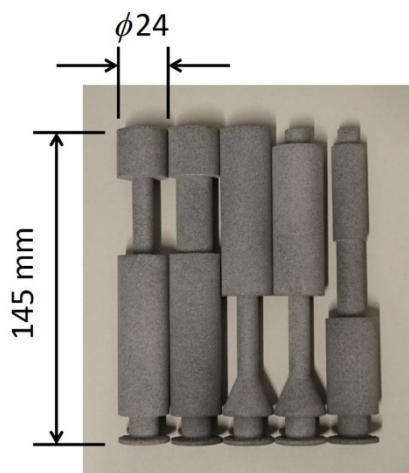


図 3 : VTM-T24

##### 1 b) 摩擦子音に関する検討

声道模型で、母音のみならず子音も生成する検討は以前から重ねてきており、今までに一部の接近音や鼻音、破裂音などで成果を報告してきた。一方、摩擦音についてはなかなか明瞭な音質が得られず、検討を続けている。その中でも無声歯茎摩擦音を模擬する模型 (VTM-FR) を以前から検討してきたため、その成果を Handbook of Phonetics の担当章の中で紹介した。

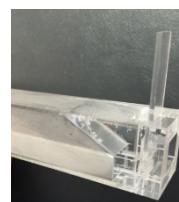


図 4 : VTM-FR

##### 1 c) 英語の母音に関する検討

日本語 5 母音をベースに、模型を英語の母音にも拡張する試みも続けている。その中で、母音の /e/ を実現するために、VTM-T20 の日本語の母音 /e/ を少しずつ変形させた 24 種類の模型を製作し、その音響的特徴を調べた。その結果、いわゆる弛緩母音の /e/ とみなすことができる模型の形状を特定することができた。

##### 1 d) 見た目がより人間の顔に近い解剖模型タイプの改良

解剖模型タイプの声道模型としては、母音 /a/ に固定されたものを 2017 年の国際会議 INTERSPEECH にて報告していた (1 節にて ANA モデルとして紹介)。それに対し、今回のプロジェクトでは軟らかい舌を使って動的なモデルを製作し、それを翌年の国際会議 INTERSPEECH 2018 で報告した (Model 2018)。ただし、2018 年の動的モデルでは下顎は固定されたままであったので、さらに下顎が回転するような動的モデルを 2019 年に試作した (Model 2019a)。その試

作では、残念ながら動きがややぎこちなかったため、その改良版を開発した (Model 2019b)。さらにその改良版として、「軟らかい唇」も付加したモデルを別途製作した (Model 2020)。加えて、Model 2018 において「軟らかい舌」の固定方法を工夫し、より安価に実現する普及型も製作した。



図 5：左から Model 2018, Model 2019a, Model 2019b, Model 2020

#### 1 e) 声道模型を動的に制御する試み

以前から、声道模型を PC で制御する試みは行っている (例えば、INTER SPEECH 2010 において梅田・寺西式声道模型を PC 制御した例を報告)。しかし、動きに制約があったり、生成される音質がそこまで明瞭ではなかったり、そもそも梅田・寺西式の模型に限定されてしまうなど、改善すべき点が複数あった。そこで、それぞれの改善点についてさらなる開発を進めた。

#### 2 a) 博物館・科学館の展示にも耐えうるリード式音源の改良

博物館や科学館の展示の場合、来館者の方々が直接、ふいごや空気ポンプなどを操作して空気を送り込み、リードを振動させて音源を発し、声道模型と組み合わせて母音を生成するというハンズオン型の展示が理想的な形態の一つとしてあげられる。今まで関わってきた展示の多くも、このようなタイプのものであった。その際に課題となっていたのがリード式音源の設計であり、空気ポンプなどで空気の流れを作る際、ある程度ポンプを強く押してもリードが安定して振動するようになる必要があった。そこで、今までのリード式音源を改良し、ある程度の強さでポンプを押してもそれなりに良質な音源が作られるように工夫をした。



図 6：空気ポンプと新しいリード式音源 (模型は VTM-T20-O)

また、リード式音源に関して、成人男性用の音域のみならず、幼児や子ども、成人女性の音域をもカバーできるよう、それぞれの基本周波数の範囲を実現できる音源の製作にあたった。そのために、リードの受けの材質や形状をいくつものパターンで試作し、その中から最適なものを選択した。なお、成果の一部は国際ワークショップ HSCR 2019 にて報告した。

なお、声道模型のデモンストレーションでは実際に人間の呼気を使ってリードを振動させ、音源を作り出して声道模型と組み合わせて母音を出力する場合も多い。しかし、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、呼気を使わずに空気ポンプを使用してのデモンストレーションが衛生面からも有効であることから、空気ポンプとリード式音源を組み合わせて使用することが今まで以上に求められるようになってきている。

#### 2 b) 科学教室などで工作や実験ができるような工夫

音の科学教室については 1 節で前述したが、国立科学博物館において 2006 年から 4 年間、主に小学生を対象に実施した。そこでは、スライド式の声道模型 (VTM-S20 あるいはそれに準じたタイプ) の工作を交えた科学教室を行ってきた。また、同様の内容を小学校の工作教室でも実施してきている。その実績を踏まえ、さらに「身近な材料」で工作できるオンライン工作のためのプログラムを開発した。特に、新型コロナウイルス感染拡大に伴い、なかなか対面でのデモンストレーションを伴う科学教室や講義を行えるケースばかりではなくなっている。オンライン授業の機会が増える中、視聴者も画面越しに手を動かして参加できる授業形態を模索し、身の回りにある、あるいは近くで入手可能な材料を用いてスライド式声道模型を工作できる等、いくつかのアクティビティをオンラインでも実現できるように工夫した。その成果は、東京医科歯科大学の特別講義にも取り入れて実践した。

#### 2 c) 博物館・科学館との連携

今まで、国内外の博物館・科学館と連携し、声道模型の展示などに協力してきたことを 1 節で述べた。国立科学博物館のサイエンススクエアは 2018 年度が最後となったが、筒型の声道模型

の他、解剖模型タイプの静的モデルを空気ポンプとリード式音源と組み合わせて実演した。国外の博物館・科学館の展示の中には常設展も複数あるため、その後のフォローアップも重要である。ドイツの **Händel-Haus** ならびに **エストニア国立博物館** では、以前から使っていた我々が開発した声道模型に対して、プラスチック製のリードを使った音源を使用している。そこで、耐久性の高い金属製のリードをその性能を実証する目的も兼ねてお送りした。フランスでは、パリにある博物館 **Palais de la Decouverte** にて、声道模型を交えたデモンストレーションを実施していただいた。

また、インドの Assam 州にある **The Regional Science Centre, Guwahati** とは、声道模型の展示の話が 2019 年から具体化した。模型一式と展示パネルを設置する計画が 2020 年に進み、新型コロナウイルスの感染拡大で計画が遅延したもの、2021 年 3 月には形になってきた。



**図 7 : The Regional Science Center, Guwahati (インド・Assam 州) における新しい声道模型の展示 (準備中)**

### 3a) 教育機関との連携 (国外)

これまでの取り組みが国際組織 ISCA (国際音声コミュニケーション学会) に認められ、**Distinguished Lecturer** に選ばれた。そこで、模型を使った音声科学の基礎となる講義を 2018 年にはインドネシア 4 大学 (Satya Wacana Christian University, Maranatha Christian University, Bandung Institute of Technology, Multimedia Nusantara University) にて行い、2019 年にはインド 2 大学 (International Institutes of Information Technology, Hyderabad; Indian Institute of Technology Guwahati) にて行った。また、カナダ・ドイツ・オーストラリア・英国・インド・アメリカ・オランダ・スウェーデンなどの教育機関などと連携し、国際的にも声道模型を使っていたきながらフィードバックを得ている。カナダの **Queen's University** には、リード式音源と空気ポンプを組み合わせた音源セットを送って評価をいただき、ドイツの **University of Mannheim** へは von Kempelen による **speaking machine** の復元模型用にリード式音源を送り、評価をいただいた。(2019 年 8 月に行われた国際ワークショップ **HSCR 2019** では、私のスライド式声道模型における評価と、先述の機関からの評価をお互いに報告し合い、議論を重ねている。) アメリカの **University California, Berkeley** 校と **Santa Barbara** 校には模型一式を送り、授業やイベント等での使用の検討が進んだ。その他の教育機関は、**Ahmedabad Univ.** (インド)、**Melbourne Univ.** (オーストラリア)、**Sheffield Univ.** (英国) など。

### 3b) 教育機関との連携 (国内)

声道模型のデモを交えた授業を東京医科歯科大学、名古屋工業大学、横浜共立学園高等学校、国立障害者リハビリテーションセンター学院で行った。また、九州大学、埼玉大学、豊橋技術科学大学、都立産業技術高専などで模型や音源を使っていた。

### 3c) 本の刊行や website を通じての情報発信

今まで開発してきた様々な模型をベースに、足りない模型を追加で開発し、説明などを整理して音響音声学の基礎に関する教育プログラムをいったん体系化した。その内容は、**Handbook of Phonetics** (共著) の中にも記し、刊行された。また、主要な研究成果や教育上有益な情報・デモンストレーション・動画などを、Web 上で公開中の **Acoustic-Phonetics Demonstrations (APD)** から引き続き発信し、そのコンテンツも追加した。一部の動画は同名の **YouTube** チャンネルからも発信されているが、特に新型コロナウイルス感染拡大を受けて、**e-learning** 教材の重要性がより一層増している。そのような背景を受けて今まで以上に社会に成果を還元し、海外を含めより多くの方々に利用してもらうため、**APD** のコンテンツを整備し主要な動画 6 本の英語化も実施した。



**図 8 : 英語化された VTM-T20 の動画**

### 3d) その他

音声生成機構の解明はNHK Eテレ「えいごであそぼ with Orton」実験監修や総合「ガッテン！」などでも引き続き活かされた。また、豊橋技術科学大学との共同研究では、リード式音源の実測とスーパーコンピュータ富岳を用いたシミュレーションとの比較など、成果を収めている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 T. Arai	4. 巻 41
2. 論文標題 How physical models of the human vocal tract contribute to the field of speech communication	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acoustical Science & Technology	6. 最初と最後の頁 90-93
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1250/ast.41.90	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. Arai	4. 巻 -
2. 論文標題 Flexible tongue housed in a static model of the vocal tract with jaws, lips and teeth	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. INTERSPEECH	6. 最初と最後の頁 171-172
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 T. Arai	4. 巻 -
2. 論文標題 Intuitive education in acoustic phonetics and speech science	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. International Symposium on Applied Phonetics (ISAPh)	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21437/ISAPh.2018-1	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 J. Yun, J. W. S. Wong, J. Moore, J. Iwakami, C. T. J. Hui, J. Gao, T. Arai	4. 巻 41
2. 論文標題 Korean and Japanese listeners' perception of /ma/ produced by a mechanical vocal-tract model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acoustical Science and Technology	6. 最初と最後の頁 697-700
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1250/ast.41.697	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 該当する

1. 著者名 T. Arai	4. 巻 -
2. 論文標題 Two different mechanisms of movable mandible for vocal-tract model with flexible tongue	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. INTERSPEECH	6. 最初と最後の頁 1366-1370
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21437/Interspeech.2020-1159	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 -

[学会発表] 計19件(うち招待講演 4件/うち国際学会 6件)

1. 発表者名 T. Arai
2. 発表標題 Comparison between halfway realistic-looking physical models of human vocal tract
3. 学会等名 International Congress of Phonetic Sciences (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Arai
2. 発表標題 Sound sources used in speech production research with physical models of the human vocal tract
3. 学会等名 International Workshop on the History of Speech Communication Research (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Arai
2. 発表標題 Two applications of movable mandible for physical models of the human vocal tract
3. 学会等名 Meeting of the Acoustical Society of America (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒井隆行
2. 発表標題 (教育講演)音響音声学の基礎
3. 学会等名 日本音声言語医学会学術講演会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒井隆行
2. 発表標題 音と声をテーマにしたオープンラボ
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒井隆行
2. 発表標題 軟らかい舌を用いた声道模型の下顎を開閉できるように設計したときの工夫
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安啓一, 荒井隆行
2. 発表標題 バーコードリーダーによる母音スペクトログラムのパターン・プレイバック
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 T. Arai
2. 発表標題 Intuitive education in acoustic phonetics and speech science
3. 学会等名 International Symposium on Applied Phonetics (ISAPh) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Arai
2. 発表標題 How physical models of the human vocal tract contribute to the field of speech communication
3. 学会等名 Seminar on Brain, Hearing and Speech Sciences for Universal Speech Communication (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Arai
2. 発表標題 Sliding two-tube model for vowel production
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒井隆行, 木原ひとみ
2. 発表標題 側音化構音を検出する試み：指向性を考慮した仕切りを利用して
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Arai
2. 発表標題 Acoustic-phonetics demonstrations for classroom teaching
3. 学会等名 Meeting of the Acoustical Society of America (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉永司, Rafia Inaam, 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空力音響シミュレーション
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2020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, 安啓一
2. 発表標題 言語聴覚士養成校の音響学教育を考える
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2020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, 安啓一
2. 発表標題 緊急事態宣言下の言語聴覚士養成校の音響学の授業
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉永司, Rafia Inaam, 荒井隆行, 横山博史, 飯田明由
2. 発表標題 人工声帯の流体 - 構造 - 音響連成シミュレーション
3. 学会等名 数値流体力学シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 荒井隆行
2. 発表標題 音声に関わる音響学のオンライン授業のために
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
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 言語聴覚士と音響学の関係を考える
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
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 聴力検査を学ぶための音響学
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 生物音響学会	4. 発行年 2019年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 464
3. 書名 生き物と音の事典	

1. 著者名 W. F. Katz, P. F. Assmann, T. Arai, et al.	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Routledge	5. 総ページ数 648
3. 書名 The Routledge Handbook of Phonetics	

1. 著者名 NHKエデュケーショナル、荒井 隆行	4. 発行年 2020年
2. 出版社 講談社	5. 総ページ数 52
3. 書名 えいごであそぼ with Orton えいごの音だせるかな? こうさくブック	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>Acoustic-Phonetics Demonstrationsのページ(日本語) :  <a href="http://www.splab.net/APD/index-j.html">http://www.splab.net/APD/index-j.html</a>                  Acoustic-Phonetics Demonstrationsのページ(英語) :  <a href="http://www.splab.net/APD/index-e.html">http://www.splab.net/APD/index-e.html</a></p> <p>【その他の活動】                  日本音声言語医学会 音声治療ワークショップ 講師(2020年1月)</p>
---

## 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			
インド	The Regional Centre, Guwahati	Indian Institute of Technology Guwahati	Int'l Inst. of Info. Tech., Hyderabad	
オランダ	University of Groningen			
米国	University California, Berkeley	University California, Santa Barbara	University of Arizona	他1機関
スウェーデン	KTH Royal Institute of Technology			
カナダ	Queen's University	Vocal Studio		
ドイツ	University of Mannheim	Haendel-Haus	Technische Universitaet Dresden	
エストニア	Estonia国立博物館			
フランス	Palais de la Decouverte			
インドネシア	Satya Wacana Christian University	Maranatha Christian University	Bandung Institute of Technology	他1機関
韓国	Jeonju University			