

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：37501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K11226

研究課題名（和文）発声障害者のための筋電位信号を用いた発声補助・支援用デバイスに関する研究

研究課題名（英文）Study on speech assistance / supporting device with myoelectric signal for dysphonic person

研究代表者

大恵 克俊 (Oe, Katsutoshi)

日本文理大学・工学部・教授

研究者番号：80388123

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究期間において主として以下の成果が得られた。

1) ArduinoとMyowareを用いた安価な筋電位信号で制御を行う電気式人工喉頭制御システムの構築を行い、試作システムによる電気式人工喉頭のオンオフと高さ制御用信号の生成に成功した。2) チャンバー型およびコアンダ効果を利用した2種類の発声補助用小型ポンプの提案とシミュレーションを行った。3) バタフライバルブを用いたスピーキングバルブを提案、シミュレーションによりフィレット使用時の気流抵抗の低減が確認された。4) ArduinoとMyowareを用いた安価な食道発声法訓練デバイスを試作、筋電位信号の検出と信号処理が行えることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は発声が不可能または困難となった者が音声を取り戻すためのデバイス群の実現を目標としている。筋電位信号を用いた安価な電気式人工喉頭制御システムは、これらのデバイス群の制御には必要不可欠なものであり、食道発声法の習得率向上のための訓練デバイスは、その習得によるQOL向上に大きな意味を持つ。またスピーキングバルブの改良は気管孔を持つ活動量の多い若年者の日常生活の質を向上させるものであり、さらに発声補助用小型ポンプは呼吸管理時にも簡便に発声が可能となり、使用者のQOLを向上させる。以上のように本研究および成果は高い学術的・社会的意義を持つと言える。

研究成果の概要（英文）：The following results were obtained during this research period.

1) We constructed an electric artificial larynx control system controlled by inexpensive myopotential signals using Arduino and Myoware and succeeded in generating signals for on/off and height control of the electrolarynx larynx by a prototype system. 2) We proposed and simulated two types of miniature pumps for speech aid, one is a chamber type and the other is based on the Coanda effect. 3) A speaking valve using a butterfly valve was proposed, and the simulation confirmed that airflow resistance was reduced when the fillet was used. 4) An inexpensive esophageal vocalization training device using Arduino and Myoware was fabricated, and its ability to detect and process myoelectric signals was confirmed.

研究分野：医用福祉工学

キーワード：人工喉頭 食道発声法 リハビリテーション 機能再建 筋電位信号 スピーキングバルブ 小型ポンプ

## 1. 研究開始当初の背景

喉頭ガンや喉頭傷害により声帯の声帯原音を発生する機能を喪失した患者は、人間の音声の音源を失うため発声が可能なくなる。また ALS や筋ジストロフィー等の疾患により人工呼吸器を使用すると、呼気が声帯を通過しなくなるため同様に発声機能を喪失する。そのような患者のため、音源機能を代替する代用発声法が考案され実用もされている。しかしいずれの代用発声法も習得の容易さや音声明瞭度、簡便さ等の点で問題を抱えており、満足しうる代用発声法は未だ実現されていない。

そこでこれらの問題点を克服した新しい構造を持つ人工喉頭の実現を目指して研究を行ってきた。図1に提案する人工喉頭の概略を示す。本人工喉頭は以下の点を特徴とする。

- (1) 音源部と生体挿入部を分離：カニューレやレティナ等の体内設置部に PTFE 等の高生体適合性材料を使用し、音源部とチューブで接続する構造とすることでシステムとして高い生体適合性を持つ。また音源部で生成した原音を気管内で放射することにより高音質な音声を得ることができる。
- (2) 音源に小型音源を使用：圧電振動子等の小型、薄型の音源を使用するため、将来的なウェアラブル化に対応できる。
- (3) 筋電位信号を用いたオンオフ・ピッチ周波数の制御：発声時および音声の高さ調整時に活動する胸骨舌骨筋の筋電位信号を用いてオンオフとピッチ周波数を制御する。これにより首の回旋や上下運動に作用されず、かつハンズフリーで人工喉頭を制御可能となる。

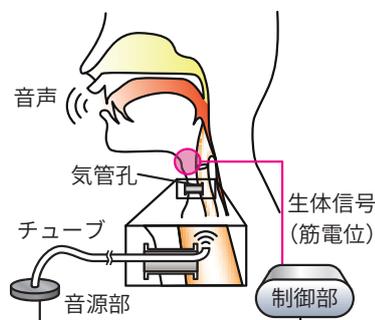


図1 人工喉頭システム概略図

上記を実現するための研究過程において、音源形状の最適化と筋電位信号を用いた人工喉頭の制御手法、筋電位信号で制御を行うスピーキングバルブおよび小型ポンプなどについて研究を行った。カニューレやレティナはそれらを気管孔に装着することで呼気が声帯を通過しなくなり発声が可能となるが、これらにスピーキングバルブを装着することで呼気が声帯を通過するようになり発声が可能となる。しかしこれを装着することで気流抵抗が増え、呼吸苦を訴える患者が存在する。小型ポンプは声帯を振動させるための気流を肺に頼らず発生させるもので、図1の音源部の箇所に使用し、ポンプで発生した気流をチューブにより気管内に導いて声帯を振動、発声を可能とするためのものである。

また食道発声法は喉頭適出者が最初に試みる代用発声法であり、ハンズフリーかつ音質が良いが、その習得が非常に難しいという欠点を持つ。これはその訓練方法が主観的なアドバイスに頼るものであり、数値等を用いた客観的な指導方法がないことに原因があると考えた。そこで食道発声法時に使用する筋肉を同定し、その活動を筋電位信号でモニタリングすることで適切な筋肉の使い方を判断、発声訓練の支援デバイスとしての可能性に着目した。

前年度までの研究成果から、研究開始までに以下の知見を得た。

- (1) 音源として使用する圧電振動子の形状改良により、発生音の低周波数化が可能となった。
- (2) 音源が必要十分な音圧を得るための圧電振動子の設計指針に関する知見が得られた。
- (3) 制御パラメータの改良により、従来に比べ高い制御精度が得られた。
- (4) 試作制御システムで制御を行うスピーキングバルブは従来型よりも楽な呼吸を実現した。
- (5) スピーキングバルブの形状改良により気流抵抗の低減が確認された。
- (6) 健康人の肺と同レベルの流量を持つポンプユニットが試作されたが圧力が不足した。
- (7) アンケートと実測により食道発声法訓練支援デバイスに用いる筋肉の同定を行った。

## 2. 研究の目的

本研究課題の申請時における目的は、以下の5点である。

- (1) 人工喉頭システム
  - ① 人工喉頭：音源形状の小型・最適化を進める。圧電素子を用いる場合は形状改良で発生音の低周波数化を、電磁振動子を用いる場合には小型化によるウェアラブル化を目指す。
  - ② 制御システム：Arduino/Raspberry Pi を用いた制御システムの構築と、その制御精度向上を目指す。制御精度は、高・低の二段階制御で 95%以上の精度を目標とする。
- (2) 発声補助用小型ポンプ：吐出流量の増加と小型化を進める。流路形状とポンプ配置の工夫により、吐出流量は健康人の呼気流率(160mL/s)を、小型化は胸ポケットサイズを目指す。
- (3) スピーキングバルブ：小型化と気流抵抗の低減を進める。小型化は日常で不便を感じないサイズ(直径 3cm 以内)を、気流抵抗は軽い運動時でも息苦しさを感しない程度を目指す。
- (4) 食道発声法訓練デバイス：食道発声法使用者へのアンケート人数を増やし(100-200名)、使用筋同定の精度を高める。また同定した筋の筋電位信号を複数名分(10-20名)測定し、

同定筋の有効性と模範データの抽出および訓練用デバイスの一次試作・性能評価を行う。  
研究期間内において研究体制の変動や研究進捗により、研究目的は以下の4点に変更された。

- (1) 人工喉頭システム：制御システムに関するテーマのみに変更。内容は申請時と同じ。
- (2) 発声補助用小型ポンプ：申請時と同じ。
- (3) スピーキングバルブ：申請時と同じ。
- (4) 食道発声法訓練デバイス：申請時のテーマに加え、Arduino を用いた安価なデバイスの構築を目的とした。

### 3. 研究の方法

本研究は筋電位信号を用いた医用福祉デバイス群に関するものである。研究の方法はそれぞれのデバイスに関わっており、前節研究目的に示した項目に沿って述べる。

- (1) 人工喉頭システム：これまでに行ってきたオンオフ、「高」「中」「低」3段階制御および「高」「低」の2段階制御が可能な LabVIEW 用プログラムを Arduino 用プログラムに変更し、電気式人工喉頭の制御実験を行う。Arduino を用いた筋電位測定は Advancer Technologies 社製の Myoware を用いて行う。プログラム変更に関しては、まずオンオフ制御、次いでピッチ周波数制御の順で実施する。
- (2) 発声補助用小型ポンプ：これまでに行ってきた村田製作所製マイクロプロアを複数使用し、各プロアから伸ばした流路を主流路に接続する集合管方式を改め、プロア吐出口を一つのチャンバに開口し、一旦チャンバに貯めた後にポンプユニットの吐出口から流出させる方式に変更する。また新しい形状として、空気の粘性を利用してプロアからの高速の気流により周囲の空気を巻き込むことで流量を増加させるコアンダ効果を用いたポンプ形状を考案する。いずれの形状も有限要素シミュレーションを用いて性能評価を実施する。
- (3) スピーキングバルブ：これまで用いていた回転式バルブ、スライドバルブに変え、バタフライバルブ形状を考案、有限要素シミュレーションによる流体解析でその性能を評価する。
- (4) 食道発声法訓練デバイス：食道発声法使用者へ食道発声を習得する際の難しかった点やその解決方法、発声が楽な姿勢や困難な姿勢に関する追加のアンケートを行い、訓練デバイスへの応用を考える。また過去のアンケートを精査し、埋もれているデータの抽出を行う。さらに Arduino と Myoware を用いた安価な訓練デバイスの試作およびプログラムの作成を行い、信号処理手法やその条件などの最適化を行う。

### 4. 研究成果

本研究課題の成果として、以下の4点が得られた。

#### (1) 人工喉頭システム

Arduino と Myoware を用いた安価な電気式人工喉頭制御システムを構築した。構築したシステムの概略を図2に示す。頸部の胸骨舌骨筋の流れに沿って Myoware 本体の筋電位測定用ゲル電極を、やや離れた箇所に参照電極を貼り付ける。Myoware により測定された筋電位信号は Arduino に入力され、信号処理を行い電気式人工喉頭制御用信号に変換される。この信号処理用プログラムは、これまでの研究で使用してきた LabVIEW で作成したものを基に作成したが、Arduino の処理速度に合わせて信号処理を簡素化したものとした。従来は測定した筋電位信号の実効値をあらかじめ作成した対数関数を用いた変換関数に代入して発生周波数を決定し、その値を基に電気式人工喉頭を制御してきたが、本システムでは移動平均によりノイズを除去し平滑化した筋電位信号から、あらかじめ定めた発生音の高さに応じたしきい値との大きさを比較し、発生周波数を決定する方式とした。また従来は発生周波数制御とオンオフ制御はそれぞれ独立した処理方法を用いてきたが、発生周波数制御を変更したことで信号処理を一本化でき、処理速度の遅い Arduino でも十分な速度で処理を行うことが可能であった。

電気式人工喉頭制御には独立したオンオフ制御用信号と発生周波数制御信号が必要であるため、出力時に分離して使用した。電気式人工喉頭を用いた制御実験を行う前に、この制御用信号の生成状況の確認を LED により視覚化した。図3に LED を用いた制御実験の結果を示す。力を入れている状態が (a) で示されており、赤、緑の LED は両方とも消灯している。被験者は自分の出した高さ（高、中、低の3段階）を意識して頸部に力を入れ、

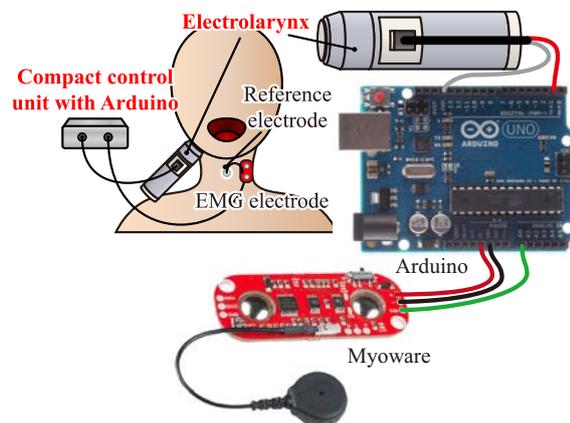
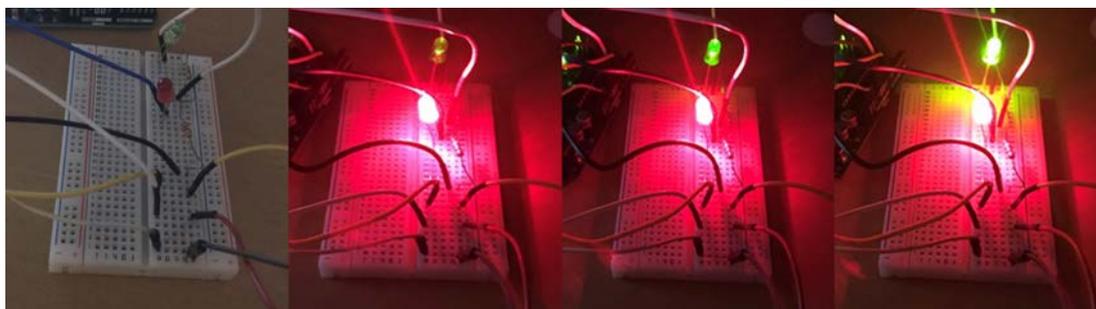


図2 Arduino と Myoware を用いた電気式人工喉頭制御システムの概略図

移動平均後の筋電位信号があらかじめ定めた最も小さい「しきい値0」を超えた時に電気式人工喉頭をオンにする信号が発生し赤色 LED が点灯, 同時に緑色 LED が高さに応じた明るさ (高音ほど明るい) で点灯する. 移動平均後の信号が「しきい値0」から次に小さい「しきい値1」を超えるまでは高音発生となり, 緑色 LED に 3V が印加され明るく点灯する (d). さらに力を入れていき, 「しきい値1」以上「しきい値2」未満の場合は緑色 LED に 2V を印加, やや輝度が低下する (c). さらに力を入れ「しきい値2」を超えた場合に緑色 LED に 1V を印加し, 薄暗く点灯させる. この緑色 LED に印加した電圧をそのまま電気式人工喉頭に入力することで, 上述の高さ制御が可能となる.

今後はしきい値の設定方法等による制御精度の向上と, 複数人の被験者による制御実験を行い, その制御性の評価を行っていく予定である.



(a) オフ (b) オン・低音発生 (c) オン・中音発生 (d) オン・高音発生  
図3 オンオフ・高さ制御システム使用時の LED の様子

## (2) 発声補助用小型ポンプ

本研究期間において大きく分けてチャンバーを用いた形状とコアンダ効果を利用した形状の2種類のポンプ形状を提案, 有限要素シミュレーションによる流体解析を行った. 圧力不足を補うため, チャンバーを用いた形状では圧電マイクロブローアの個数を従来の12個から14個へ増加させた. またチャンバー形状を図4に示す四角柱型および薄型の2種類(ブローア配置のバリエーションを含めると4種類)作成し, 流体解析を行った.

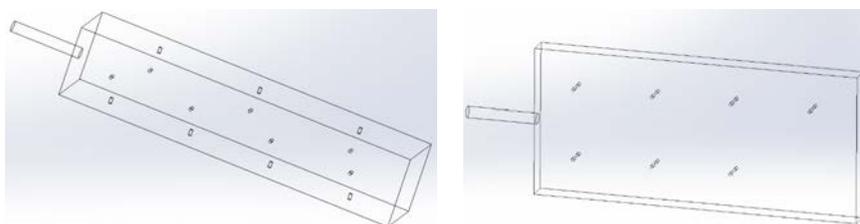


図4 小型ポンプの2種類のチャンバー形状 (左: 四角柱型. 右: 薄型)

解析結果からは全ての形状で流率 163-165mL/s, 圧力 10,100daPa と近似した値となり, 形状による差異はほとんど見られなかった. 流率に関しては目標値を達成したが, 圧力に関しては疑問の残る値となったため, 解析条件を再度検討することが必要である.

コアンダ効果を利用した形状例を図5に示す. 本形状は市販されている羽のない扇風機からヒントを得たもので, 周囲に配置したマイクロブローアからの気流を中央の主流路に吐出させ, その流れにより周辺の空気を巻き込ませることで流量の増加を目指した. マイクロブローアは寸法上の制約から12個使用とした.

有限要素シミュレーション結果において, 主流路内での逆流現象などが発生し, 流路径の変更や主流路へ至るまでの流路形状の変更を行ったが, いずれも十分な成果が得られていない.

今後はこれらの形状に加え, 全く新規の形状の提案を行う予定である.

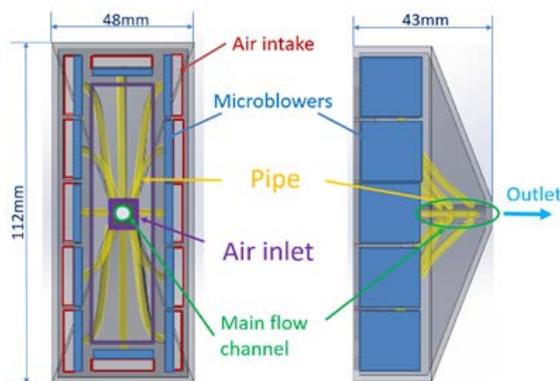


図5 コアンダ効果を利用したポンプ形状

(3) スピーキングバルブ

これまでに回転式バルブ、スライドバルブの検討を行ってきたが、本研究期間においてはバタフライバルブを用いた気流抵抗の少ないバルブの提案を行った。バルブの概略を図6左に示す。このバルブの気流抵抗を低減するため、特にバルブのストッパー部の形状について改良を行った。有限要素解析の結果、バルブストッパー部へのフィレット装着により気流抵抗が減少し、バルブ出口での圧力がフィレット無し時に 107.49kPa であったのに対し、半径 12.0mm のフィレットを装着した際には 113.30kPa に増加することが確認された。



図6 バタフライバルブの概略(左)とフィレット半径 12.0mm 時の FEM 解析結果(右)

(4) 食道発声法訓練デバイス

食道発声法使用者への新たなアンケートから、発声しやすい姿勢および発声しにくい姿勢について以下の知見が得られた。発声しやすい姿勢としては立位が 41% と最多で、次いで正面を向くが 32% であった。発声しにくい姿勢としてはかがみ込みが 36%、座位、仰臥位がともに 9% となった。これらのことから直立に近い姿勢が発声し易いと考えたが、腹部を伸ばす仰臥位での発声が困難であることと矛盾する。そこで各姿勢における横隔膜の筋電位信号を測定したところ、仰臥位では立位に比べ横隔膜の筋電位信号が弱いことが明らかとなった。これは立位では重力により内臓が下がるが、仰臥位では重力の効果がほとんど無いことから横隔膜が動きにくいのではないかと推測された。従って楽に発声するためには、特に横隔膜が自由に動かせる姿勢を保つことが重要であると考えられる。

食道発声法の習得のためには、どの筋肉をどのタイミングで活動させるかが重要であり、これまでの成果から使用する筋肉は「顎舌骨筋」「横隔膜」であることが明らかとなっている。そこでこれらの筋肉の活動を決定するパラメータとしてしきい値を求め、それを超えた時に「活動した」と評価してきた。しかしこれまでしきい値を目視で決定していたため自動的に設定することができず、客観的な計測が不可能であった。そこでしきい値の自動設定を行うための手法の検討を行い、その結果、安静時の筋電位信号をベースラインとして、その 1.5 倍の値をしきい値とすることが適切であることが明らかとなった。

本研究期間では複数名の食道発声法使用者の筋電位信号を測定し、習熟度による差異を見出す予定であったが、新型コロナの蔓延により対面での測定が困難となった。そこで安価な測定デバイスを作製し食道発声法使用者へ送付、測定を行おうと考えた。そのために Arduino と Myoware を用いた測定システムの構築を進めた。同システムは従来のもの(PC + LabVIEW)と比較して処理が低速であるため、信号処理を測定信号の特徴を残しつつ簡略化する手法でプログラムの変更を行った。図7に試作した測定システムを示す。現状ではブレッドボードを用いた状態であり、今後基板およびケースを用いた試作を行う予定である。本デバイスを用いて測定した筋電位信号および処理後の波形を図8に示す。本デバイスは使用マイコンの性能から低速であるが、今後は高性能なマイコンの使用やプログラムの改良で十分な性能となるように研究を進める予定である。

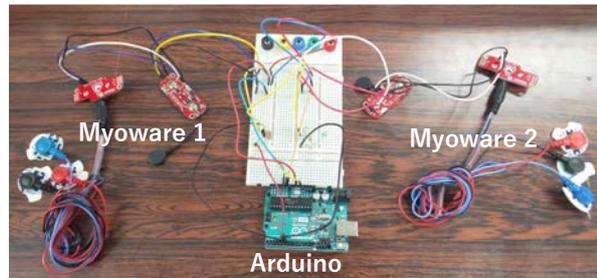


図7 Arduino と Myoware を用いた食道発声法訓練デバイス

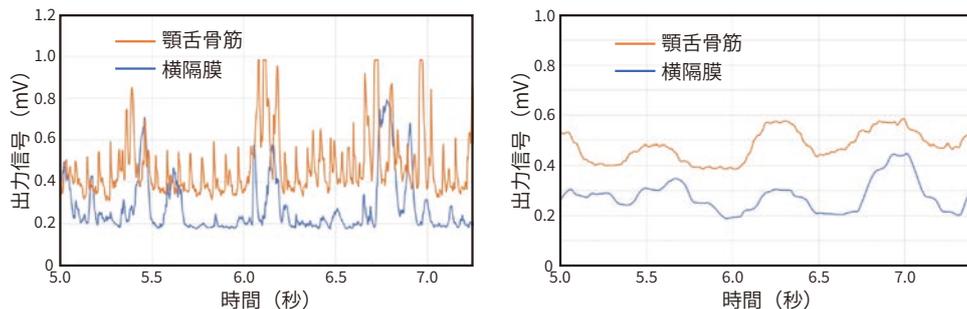


図8 試作システムの出力信号(左)および移動平均処理後の出力信号(右)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1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 大恵克俊, 木下慧人	4. 巻 34
2. 論文標題 圧電マイクロプロアを用いた発声補助用小型ポンプユニットに関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 第一工科大学研究報告	6. 最初と最後の頁 62-66
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 無
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 Oe Katsutoshi	4. 巻 33
2. 論文標題 An Electrolarynx Control Method Using Myoelectric Signals from the Neck	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Robotics and Mechatronics	6. 最初と最後の頁 804 ~ 813
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jrm.2021.p0804	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29件（うち招待講演 0件/うち国際学会 9件）

1. 発表者名 大恵克俊, 渋沢良太, 中茂睦裕
2. 発表標題 Arduinoを用いた電気式人工喉頭制御ユニットの改良
3. 学会等名 第36回リハ工学カンファレンス from 中国・四国支部
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大恵克俊, 屋宮惇人
2. 発表標題 ArduinoとMyowareを用いた電気喉頭制御システムの試作
3. 学会等名 日本機械学会2022年度年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大恵克俊, 屋宮惇人
2. 発表標題 Arduinoを用いた安価な電気式人工喉頭制御システムの提案
3. 学会等名 第30回インテリジェント・システム・シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大恵克俊, 印口里桜乃
2. 発表標題 食道発声法練習デバイスの信号処理に関する検討をArduinoを用いた試作
3. 学会等名 第9回サイレント音声認識ワークショップ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Katsutoshi Oe, Mutsuhiro Nakashige
2. 発表標題 Proposal of a control unit with Arduino for myoelectric control type electrolarynx
3. 学会等名 Australian Assistive Technology Conference 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大恵克俊, 印口里桜乃, 洪沢良太, 中茂睦裕
2. 発表標題 食道発声法練習デバイスへの筋電位信号適用の提案と試作
3. 学会等名 制御研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Katsutoshi Oe, Shuto Ohara, Riono Inguchi, Ryota Shibusawa, Mitsuhiro Nakashige
2. 発表標題 Proposal and prototype of an esophageal speech training device using myoelectric signals
3. 学会等名 Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Oe Katsutoshi, Nakashige Mitsuhiro, Shibusawa Ryota
2. 発表標題 Evaluation of two-step pitch frequency control method for myoelectric control-type electrolarynx
3. 学会等名 RESNA Annual Conference 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大惠克俊, 印口里桜乃, 桃原康
2. 発表標題 食道発声法練習支援デバイスのための筋電位信号の有効性の検証
3. 学会等名 日本機械学会2021年度年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大惠克俊, 西翔吾, 屋宮惇人, 洪沢良太, 中茂睦裕
2. 発表標題 Arduinoを用いた筋電位信号による電気喉頭の制御
3. 学会等名 第35回リハ工学カンファレンス in 北九州
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 屋宮惇人, 大恵克俊, 中茂睦裕
2. 発表標題 Arduinoを用いた電気式人工喉頭制御システムに関する研究
3. 学会等名 第8回サイレント音声認識ワークショップ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 印口里桜乃, 大恵克俊
2. 発表標題 筋電位信号を用いた食道発声法練習デバイスに関する研究
3. 学会等名 第8回サイレント音声認識ワークショップ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Inguchi Riono, Oe Katsutoshi
2. 発表標題 Research on an esophageal speech training device using myoelectric signals
3. 学会等名 International Conference on Functional Materials and Applications 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Okumiya Atsuhito, Oe Katsutoshi
2. 発表標題 A study of hands-free electrolarynx using neck EMG signals
3. 学会等名 International Conference on Functional Materials and Applications 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kishita Keito, Oe Katsutoshi
2. 発表標題 Performance improvement of a small pump unit for speech assistance using microblowers
3. 学会等名 International Conference on Functional Materials and Applications 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 印口里桜乃, 大恵克俊
2. 発表標題 筋電位信号による食道発声訓練支援デバイスの研究
3. 学会等名 日本機械学会九州支部九州学生会第53回学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 屋宮惇人, 大恵克俊
2. 発表標題 頸部筋電位によるハンズフリー型電気式人工喉頭の研究
3. 学会等名 日本機械学会九州支部九州学生会第53回学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木下慧人
2. 発表標題 マイクロプロアを用いた発声補助用小型ポンプの性能向上に関する研究
3. 学会等名 日本機械学会九州支部九州学生会第53回学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大恵克俊, 今村修人
2. 発表標題 筋電位信号を用いた食道発声法訓練用システムに関する研究
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会'20 (ROBOMECH 2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大恵克俊, 宇野翔也
2. 発表標題 電気式人工喉頭を用いた制御手法に関する研究
3. 学会等名 日本機械学会2020年度年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大恵克俊, 中茂睦裕, 渋沢良太
2. 発表標題 電気式人工喉頭の制御のための頸部筋電位信号の評価
3. 学会等名 電気学会C部門制御研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大恵克俊, 桃原康, 今村修人, 中茂睦裕
2. 発表標題 表面筋電位信号を用いた食道発声法練習支援デバイスに関する研究
3. 学会等名 第41回バイオメカニズム学術講演会 SOBIM 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shogo Nishi, Katsutoshi Oe
2. 発表標題 Improvement of control system for speech assisting devices controlled by myoelectric signal
3. 学会等名 International Conference on Functional Materials and Applications 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Satomi Koba, Katsutoshi Oe
2. 発表標題 Flow channel geometry improvement of compact pump system for speech assisting devices with piezo micro pump units
3. 学会等名 International Conference on Functional Materials and Applications 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木場智美, 大恵克俊
2. 発表標題 圧電振動子を用いた発声補助用小型ポンプの研究
3. 学会等名 日本機械学会九州支部九州学生会第52回学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 桃原康, 大恵克俊
2. 発表標題 筋電位信号を用いた食道発声法練習支援デバイスの研究
3. 学会等名 日本機械学会九州支部九州学生会第52回学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西翔吾, 大恵克俊
2. 発表標題 頸部筋電位による電気式人工喉頭の制御方法に関する研究
3. 学会等名 日本機械学会九州支部九州学生会第52回学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神宮司凌也, 大恵克俊
2. 発表標題 気流抵抗の少ない電気駆動型スピーキングバルブの研究
3. 学会等名 日本機械学会九州支部九州学生会第52回学生員卒業研究発表講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Katsutoshi Oe, Mutsuhiro Nakashige, Ryota Shibusawa
2. 発表標題 Evaluation of two-step pitch frequency control method for myoelectric control-type electrolarynx
3. 学会等名 RESNA 2021 Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究協力者	槌谷 和義  (Tsuchiya Kazuyoshi)		

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	二藤 隆春  (Nito Takaharu)		
研究協力者	小林 太  (Kobayashi Futoshi)		
研究協力者	島屋敷 英修  (Shimayashiki Hidenobu)		

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