

すと乱流音が自動的に付加される。また、鼻音フィルタについては、図 4(b)に示されるように、操作盤面左端に鼻音フィルタ動作領域を設け、その位置から母音の方向へポイント位置を動かすと、鼻音が生成される。

3. 抑揚制御方式の導入

以上が本研究の音声生成器の音韻の制御方式である。これらの方式により、音声の明瞭さが徐々に向上されてきた。一方で、多様な表現を実現するためには、声のリズムや声の高さ（抑揚）をリアルタイムにコントロールできることが必要である。

リズムについては、操作するタイミングを自由にコントロールすることによって、本方式による制御が可能となっている。声の高さについては、MIDI データを用いた音程制御による方法や、押圧センサを用いた抑揚制御方法が試みられてきた。しかし、片手だけを用いた音韻と抑揚の同時操作は未だ十分に試みられていなかった。

そのひとつの理由として、従来の、音韻を制御するのと同じ指の指先の押圧を用いる方法では、音韻制御と独立に抑揚を思い通りに制御することが困難だったことがあげられる。

そこで、本稿では新たに、タッチパネルを操作する指とは独立に動きやすいと考えられる小指の握力を用いた方法と、使用者の実際の声を用いた方法との 2 種類の方法を試み、簡単な実験を行った。

3.1. 小指握力による抑揚制御

本研究の音声生成方式では、操作面をタッチする場所を素早い動きで移動したり、100~200 ms の単位で一瞬操作面から指を離したりして、音韻を制御する。これらの操作により、操作面を押す力や、タッチする指にかかる力が自然に変化してしまうが、抑揚制御は、この音韻の制御と無関係に制御可能でなくてはならない。そこで、本研究では操作面をタッチする人差し指からもっとも離れた、小指の握力によって抑揚を制御する方式を試みた。

図 5 に抑揚の制御に用いた押圧センサと取り付け位置を示す。押圧センサとして、INTERLINK ELECTRONICS 社製、FSR センサ(FSR402)を用い、小指の握力によってこの押圧センサを押すことによって、抑揚が制御される。このセンサは、導電ゴムフィルム的一种で、加えられた押圧に応じて抵抗値が減少する。本研究では、固定抵抗と FSR を組み合わせ、抵抗値の変化を電圧として、USB 方式の入力装置からリアルタイムに取得できるようにした。

使用者はまず最大の握力かけ、握力無付加時と最大握力時との間で、1 オクターブの声を制御可能にした。

3.2. 使用者の声による抑揚制御

本研究の音声生成方式では、ホルマント合成方式を

採用しているため、声帯音を模擬した原音と、音韻を与える共鳴の制御を分離できる。実際のヒトの発話においても、抑揚や声の音量は声帯音によって出され、音韻については構音器官で特徴づけられるため、構音器官のみに障害を持つ場合もある。そのような患者では、自分の正常な声帯から出される抑揚や強弱によって発話できることが有用である。

そこで、本研究では新たな試みとして、図 8 に示すように、皮膚伝導マイクロホンによって頸部から取得した音声波形をホルマント合成の原音として用い、その音に対してタッチパッドからの入力力で制御されるホルマントの特徴づけを行う手法を導入した。

まず、マイクロホンの固定具として、橋場らのハンズフリー人工喉頭の研究¹⁹⁾で用いられた固定具と同様に、図 7 に示すような固定具を試作した。固定具のサイズは、幅約 20mm、直径 95mm である。マイクロホンには、皮膚伝導マイクロホン 817(櫛プリモ)を用いた。マイクロホンの信号は USB 音声入出力デバイス UAB-350 (SONY 櫛)を介して音声生成器が動作するタブレット PC へ入力し、そのままホルマント合成の原音として用いた。図 9 に皮膚伝導マイクロホンから得られた音声の波形とスペクトログラムを示す。

4. 実験

前述した音声生成器の抑揚付加によって、抑揚のついた音声を十分に制御可能であるのかどうかと、抑揚付加によって音声の明瞭度が変化するのかどうかを調べるため、音声の生成実験と聴取実験とを行った。

4.1. 音声の生成実験

生成は、本インタフェースの開発に関わり使用方法を熟知している 1 名(以下、生成者と呼ぶ)が行った。生成者は、左耳 50dBHL、右耳 30dBHL 程度の聴力レベルであり、器質性および運動性の構音障害を持つ。手や指の運動機能は正常である。

対象とする単語は、先の研究¹⁴⁾で用いた 100 語の単語のうち、特に正答率が低かった単語 26 語を使用した。

生成者は、表記された対象の単語を見ながら、(1)抑揚無しの場合、(2)小指握力による抑揚制御の場合、(3)自身の声を用いる場合との 3 通りで、音声生成を行った。それぞれの単語の生成回数は自由とし、生成者自身が納得できる音声を生成できた時に、次の単語へ移るようにした。なお、2.3 節で述べた疑似子音の付加機能については、(1)、(2)では有効、(3)の時には無効とした。生成実験(3)では、生成者は口を半開きの状態にして動かさずに、声を出すと同時にタッチパネルを操作した。また、子音部において、相応する/h/の摩擦音を発声した。なお、生成作業中の音声は、イヤホンで生成者へ提示すると同時に、PC 上で動作する音声波形エディタ Wavesurfer によって録音された。

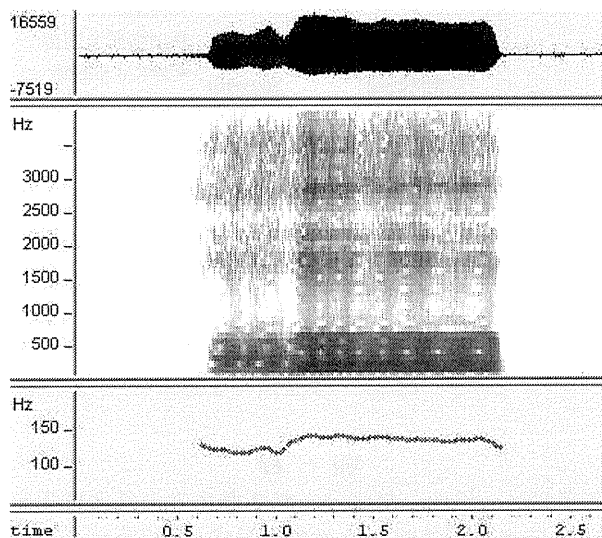


図 9 皮膚伝導マイクからの取得音声
(上から、波形、スペクトログラム、ピッチ、時間)

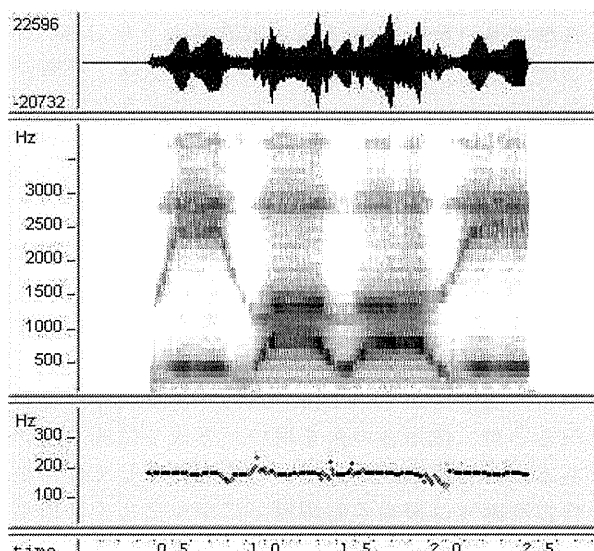


図 10 抑揚制御無し「みまわり」の出力音声
(上から、波形、スペクトログラム、ピッチ、時間)

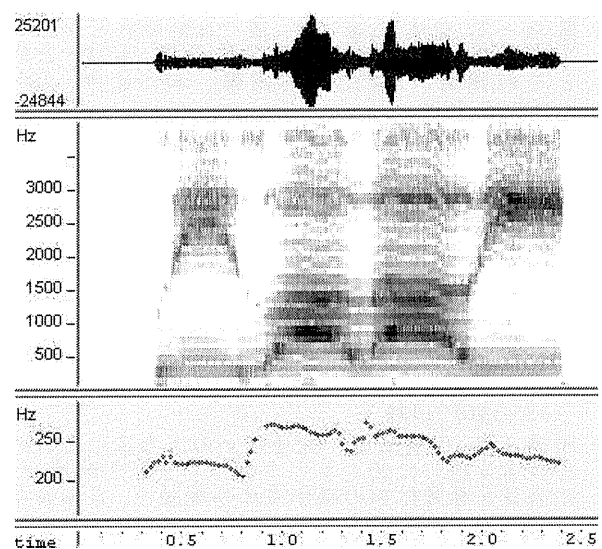


図 11 小指の握力による抑揚制御の音声
(上から、波形、スペクトログラム、ピッチ、時間)

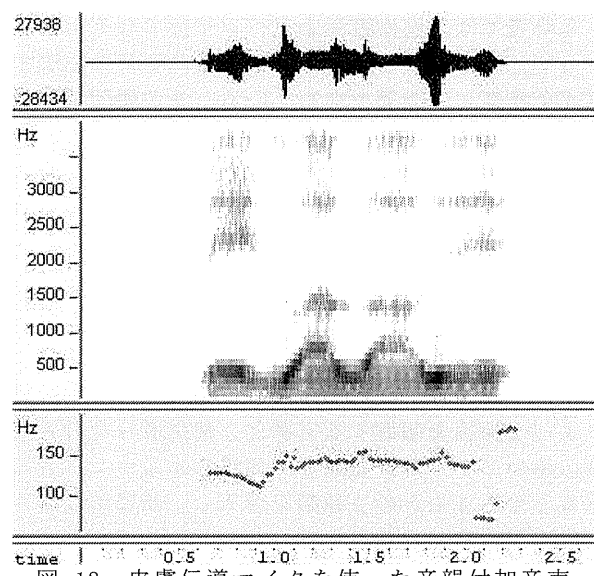


図 12 皮膚伝導マイクを使った音韻付加音声
(上から、波形、スペクトログラム、ピッチ、時間)

4.2. 聴取実験

聴取実験は、録音された生成音 1 語ずつを聴取者へランダムに提示し、聴取者自身が PC のキー入力によって、聞こえた単語が何であるかを記入する方法で行った。聴取者は全員、聴力に関する大きな病気をしたことがなく正常な聴力を持つ 20 代から 30 代の男性 4 名とした。

音声の提示は、汎用 PC に接続されたアームレスヘッドホン Victor HP-AL202 を通して行われた。聴取者には、実験の前に提示音声は日本語の 4 音節の単語であることを教示し、単語が推測可能な場合には、聞こえたままの文字を記入するのではなく、その単語を答えるように指示した。

4.3. 実験結果と考察

音声生成実験では、生成者により 3 つのパターンで所望の音声が生成了。いずれの単語でも、単語内での抑揚の位置は、通常の発話される単語と同様の出力がされた。小指圧力による制御では抑揚は強め、使用者の声による方式ではやや弱めの抑揚であった。生成された音声の例を図 10~12 に示す。音声生成の実験から、2 つの方式によって、単語における抑揚コントロールが可能であることが示された。ただし、特に小指圧力による方法の難易度には、個人差があると考えられるため、今後、複数の生成者による検証の必要がある。

図 13 に聴取実験の結果を示す。抑揚の有無による正答数の違いをみると、3人の被験者のうち、1名では、抑揚無しに比べて抑揚を付加した場合のほうが高い正答率となった。しかし、他の2人では大きな差が見られなかった。この結果から、音韻の明瞭さについては、全体としては抑揚の有無の影響は少なかった。ただし、本研究で用いた単語リストは、アクセントの位置が0型もしくは4型(LHHH)に限られていたため、抑揚の有無の影響を受けにくかった可能性もある。また、文脈がある場合では、抑揚も聞き取りの手掛かりになる可能性がある。

また、聴取者から、小指の握力による制御の音声では明るい声、使用者の声を聞いた方式では低く暗い声であるという感想があった。この理由としては、小指の握力制御では抑揚の制御幅が広がったために明るく感じられ、使用者の声ではゆっくりと低い声で音声が生じられ暗く感じられたことが挙げられる。

5. まとめ

本研究では、操作盤面上をペンや指でなぞることによって、楽器のようにリアルタイムに音声を生成する方式を提案し、開発を進めている。先の研究では、おもに音韻を制御する方式に焦点をあて、導線の導入や疑似子音の付加の方式を扱ってきた。一方で、声の高さに関することについては、MIDIシーケンサを用いた歌声の生成や、タッチパッドの押圧を用いた方法、操作盤面を操作すると逆の手で押圧センサを扱う方法等が検討されてきたが、片手で抑揚と音韻との両方を操作する方法は検討が不十分であった。

本稿では新たに、小指握力による押圧センサの操作によって抑揚を制御する方法と、使用者自身の声を皮膚伝導マイクロホンを通じて取得しホルマント合成の原音とする方法との2種類を導入し、簡易的な音声の生成実験と聴取実験を行った。

音声生成実験の結果から、通常の抑揚と同じ抑揚を各単語に付けられたことから、この2つの方式において音韻と独立した抑揚の制御が可能であることが示された。また、聴取実験から、抑揚のある音声のほうがわずかに、単語を了解しやすくなる可能性が示された。

ただし、音声生成の際の慣れや使いやすさには個人差があると思われるため、今後の検証が必要である。また、多様なアクセント型による音声の伝わりやすさや、文脈を持った場合の影響についても調べる必要があると考えており、引き続き検討を進めていきたい。

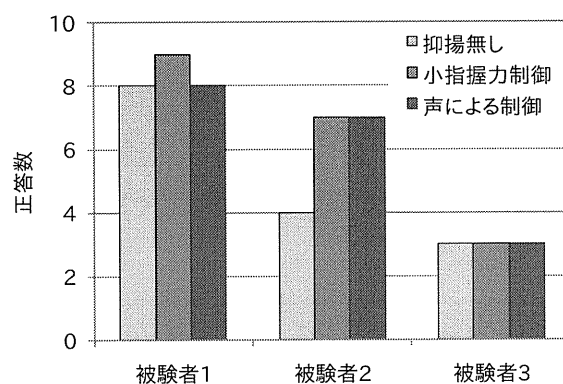


図 13 聴取実験結果

謝 辞

本研究の一部は、平成 23 年度厚生労働科学研究費補助金(障害者対策総合研究事業身体・知的等障害分野 H22 - 身体・知的 - 一般 - 003)によるものである。

文 献

- [1] 藪, 謙一郎, 伊福部, 達, 青村, 茂, "発話障害者支援のための音声合成器の基礎的設計(聴覚・音声・言語とその障害, 一般)", 信学技報, .SP, 音声, 105, pp:59-64, 2006.
- [2] ジャック・ライアルズ著, 今富 撰子, 荒井 隆行, 菅原 勉 監訳/新谷 敬人, 北川 裕子, 石原 健 訳: 音声知覚の基礎. 海文堂出版, 東京, 2003
- [3] 藪 謙一郎, 伊福部 達, 青村 茂, ポインティングデバイスを利用した音声生成方式-発話障害者のための支援機器として-, 日本保健科学学会誌, 12(1), pp.49-57, 2009
- [4] 藪 謙一郎, 青村 茂, 伊福部 達, ポインティングデバイスで操作する発話支援インタフェース, ヒューマンインタフェース学会誌, Vol.11 No.4, (135-146) 2009
- [5] 藪謙一郎, 伊福部達, 「なぞり」の入力による発話障害者支援のためのリアルタイム音声生成器 — 阻害音と鼻音付加の操作方法の検討 —, 日本音響学会・pp.1623-1626, 2011
- [6] Fant, G., Acoustic Theory of Speech Production, Walter de Gruyter, (1970) pp.111-112
- [7] Klatt, D.H.: Software for a cascade/parallel formant synthesizer: Journal of the Acoustical Society of America, pages 971-995, volume 67, number 3, March 1980.
- [8] ONKYO 製品情報: TW217
<http://www.jp.onkyo.com/pc/personalmobile/tw217/spec.htm>
- [9] 橋場 参生, 須貝 保徳, 泉 隆, 井野 秀一, 伊福部 達, "喉頭摘出者の発声を支援するウェアラブル人工喉頭の開発と評価", ヒューマンインタフェース学会論文誌 9(2), 163-172, 2007

電気人工喉頭のための拡声器に関する一考察

藪 謙一郎[†] 上田 一貴[†] 稲永潔文[‡] 伊福部 達^{††}

[†] 東京大学先端科学技術研究センター 〒153 - 8904 東京都目黒区駒場 4-6-1

[‡] (株)サザン音響 〒248-0027 神奈川県鎌倉市笛田 5-34-18

^{††} 東京大学高齢社会総合研究機構 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

E-mail: [†] {yabu, ueda}@human.iog.u-tokyo.ac.jp, [‡] inanaga@human.iog.u-tokyo.ac.jp

^{††} ifukube@human.iog.u-tokyo.ac.jp

あらまし 喉頭摘出患者は声帯が使えなくなるため、声が出せなくなる。その代替手段の一つに電気人工喉頭がある。電気人工喉頭はスイッチを押すだけで、メンテナンスや練習を要さずに、すぐに使えるという利点があるが、機器からの直接音が雑音となる問題や大きな声を出せないと言ったことが、課題として挙げられる。その問題の低減手段として、拡声器を用いる手段が考えられる。本研究では、電気人工喉頭使用者のための拡声器の開発を行い、これまで調べられていなかった人工喉頭による発声の明瞭さについて定量的に調べると同時に、マイクによる明瞭さの違いや、増幅音量による明瞭さの違いを調べるための予備実験を行なった。

キーワード 人工喉頭, 声, 拡声器, 了解度

A basic study of amplification equipment for an electro-larynx

Ken-ichiro YABU[†] Kazutaka UEDA[†] Kiyofumi INANAGA[‡] Tohru IFUKUBE^{††}

[†] Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo

4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8904 Japan

[‡] Southern Acoustics Co.,Ltd. 5-34-18, Fueda, Kamakura-shi, Kanagawa, 248-0027, Japan

^{††} Institute of Gerontology, The University of Tokyo 7-3-1 Hongo Bunkyo-ku Tokyo 113-8656 Japan

E-mail: [†] {yabu, ueda}@human.iog.u-tokyo.ac.jp, [‡] inanaga@human.iog.u-tokyo.ac.jp

^{††} ifukube@human.iog.u-tokyo.ac.jp

Abstract Laryngectomized patient cannot vocalize because of unavailability of their vocal cord. An electro-larynx device is one of an alternative device for them. It has the advantage that it can use immediately by simply pressing a button switch without daily maintenance and practices. But, there are problem that a sound which directly comes from a device is noisy, and that a user cannot speak with a loud voice. It is considered that these problems will be reduced by the use of a loudspeaker system. The authors developed a loudspeaker system for an electro-larynx device user. In this paper, we describe about a preliminary experimentation to investigate an intelligibility by use of different microphones or gain of a loudspeaker system, and intelligibility of a sound which is spoken with an electro-larynx in quantitative form.

Keyword Electro-larynx, Voice, Loudspeaker system, Intelligibility

1. はじめに

ヒトが日常生活を送る上で、「声」は最も頻繁に使われる基本的な意思疎通手段である。そのため、声を出す機能は、単に自分の要求や意思を伝えるだけでなく、人間関係や社会参加を円滑にするために、重要な役割を担っている。

喉頭がん等により喉頭摘出手術を受けた患者は、発声に必要な声帯の機能を失ってしまうことから、声を出すことができなくなる。ただし、喉頭摘出だけの場合には、声帯による声の源音生成機能のみが失われ、源音に言葉の特徴を付ける構音の機能については、残存する。したがって、何らかの方法で声帯の代替とな

る原音を生成できれば、残存する構音器官の機能を使って言葉を発声することができる。このような、声帯音を代替する手段で実用されているものとしては、人工喉頭や食道発声法などがある。

電気人工喉頭は、図1に示すように、頸部に機器を当てた状態でボタンスイッチを押すと、声帯の代替となる振動音が声道内に伝わって発声できる装置である。特別なメンテナンスを必要とせず、すぐに使用できるため、初心者でも使いやすい利点がある。一方で、頸部に当てた装置から直接外へ漏れだす音が雑音となったり、大きな声が出せないために聞き取りづらかったりすることが課題の一つとなっている。

声の大きさや雑音の問題を軽減する方法として、拡声器を用いて声の音量を増幅する方法が考えられる。この場合、使用者が拡声器をポケットへ装着したり、首から下げたりして携帯して使用することになる。しかし、マイクと出力スピーカとの距離が近いために、市販される汎用的なマイクによる拡声器では、音量を上げるとハウリングを生じてしまって十分な音量を得ることが困難であった。

そこで著者らは、使用者の至近距離にスピーカがある場合でも、ハウリングを抑えたまま十分な拡声効果を得られる拡声器の開発を試み、拡声器の試作を行った。試作拡声器は、図2に示すように双指向の特性を持つマイクを用いて、雑音源が位置する方向への感度がほぼゼロとなるように配置して、ハウリングマージンを上げ、同時に人工喉頭の直接音を抑える工夫を施したものである。

本研究では、拡声器による声の聞き取り易さへの効果を調べる予備実験として、発話・聴取実験を行ったので報告する。

2. 目的

本研究は、人工喉頭を使用して単語を読み上げた場合の、①拡声器を用いない場合、②無指向マイク(汎用マイクを想定)の拡声器Ⅰを用いた場合、③双指向マイク(改良マイクを想定)の拡声器Ⅱを用いた場合との3種類について、比較し、拡声器の効果を調べることを目的とする。また同時に、これまで定量的に調べられていなかった、電気人工喉頭で発話される声の明瞭さについて、文脈の無い単語音声の了解度で、調べることを目的とする。以上の目的で、本稿では予備実験として、話者1名、聴取者1名で、発話・聴取実験を行った結果を報告する。

3. 実験方法

前節で述べたように、本研究では、人工喉頭で単語を読み上げた声について、拡声器を用いない場合(条件Ⅰ)、無指向性マイクの拡声器Ⅰを用いる場合(条件Ⅱ)、改良型である双指向性マイクの拡声器Ⅱを用いる場合(条件Ⅲ)を、発話・聴取実験で比較した。その際、話者が話した声の質を3条件で一致させる必要がある。そのため、あらかじめ条件1～3のマイクからの音声を同時に収録した上で、聴取実験で各条件をシミュレートした音量で再生・提示する方法をとった。

3.1. 人工喉頭音声の録音

3.1.1. 実験装置

音声の録音装置を図4に示す。実験用のあご台に3種類のマイクを固定した。話者はマイクに向かって、人工喉頭で単語を読み上げ、その声を録音した。その

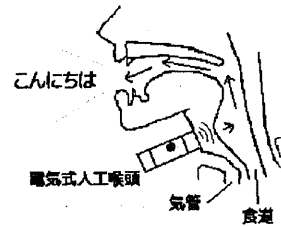
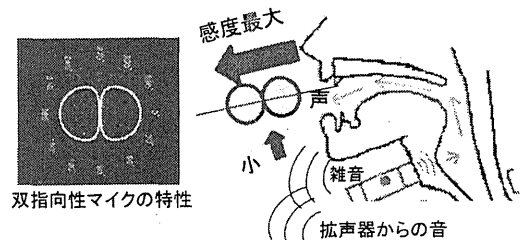


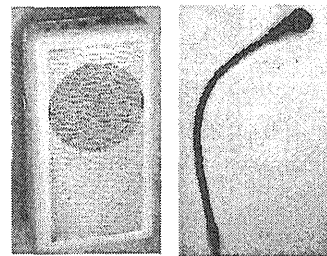
図1 電気人工喉頭による発話([3]より)



双指向性マイク

図

図2 マイクの指向性と雑音源の関係



拡声スピーカ マイクロホン

図3 電気人工喉頭のための拡声器
(協力：㈱サザン音響)

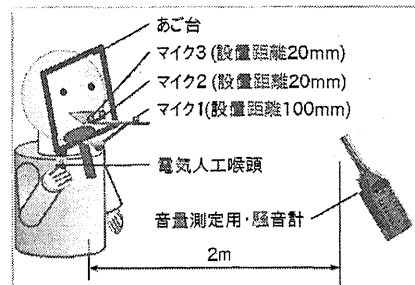


図4 録音用マイクの設置位置

際、話者の口からマイクの距離を一定にするために、額をあご台上部へ当てて発話させた。

まず、マイク1として口元から約100mmの位置に無指向性マイクを設置した。このマイクは、拡声器を使わない場合の音を得るためのもので、人工喉頭からの直接音を含んだ音声を得られる。次に、マイク2とし

て、マイク 1 と同じ無指向性マイクを口元から約 20mm の位置に設置した。これは、拡声器 I のマイク音声を意図している。最後に、マイク 3 として、双指向性マイクを口元から約 20mm の距離に設置した。これは、改良型の拡声器 II のマイクを想定したものである。

これらのマイクは、プリアンプ(AT-MA2: audio-technica)と USB オーディオインタフェース(UA-101: Roland)を介して、汎用パソコンにより 44.1 kHz 16bit で多チャンネル録音した

なお、実験に用いた電気人工喉頭は、憐電製製の「ユアトーンII ゆらぎ」を、ノーマルモード、音量“5”、ピッチ“5”の設定で使用した。

3.1.2. 録音手順

話者は人工喉頭の使い方を熟知する 30 歳代の健常男性 1 名とし、録音は防音室内で行なわれた。初めに、話者が人工喉頭を使って「あー」という声を出し、それを録音すると同時にその音量を 2m 離れた位置で測定した。その結果、約 60 dBA であった。

読み上げる単語として、坂本らによる難聴者のための単語理解度試験用単語リスト^[4]の中から、親密度 7.0 ~ 5.5 の単語 50 語を用いた。これらは、全てアクセント型が 0 型又は 4 型(LHHH)の、4 モーラ音声からなる単語音声である。

話者は、録音の前に 1 時間程度、単語リストを見ながら聞き取り易い発音で話せるように練習をしたのち、前節で述べたようにマイクに向かって、単語リストに記載されている単語を順に読み上げ、その音声を録音した。読み上げは 10 語ごとに、数秒から十数秒の休憩をはさみながら行なった。

3.2. 聴取実験

3.2.1. スピーカ設置位置と音量の設定

聴取実験は、録音された音声を聴取者にランダムに提示して行なった。提示するスピーカの種類と位置を、図 5 に示す。スピーカ A(BOSE Companion 2 series II)は、マイク 1 の録音音声を再生するためのもので、拡声器無しの場合の音声を再現するものである。また、スピーカ 2 は、マイク 2 またはマイク 3 の録音音声を再生するためのもので、拡声器から出される音を再現する。

すなわち、聴取実験の条件として、マイク 1 の音をスピーカ A から再生する条件 1、それに追加してマイク 2 の音声をスピーカ B から再生する条件 2、マイク 3 の音声をスピーカ B から再生する条件 3 の、3 条件とした。(表 1) それぞれの音は全て同期して同時に再生される。

スピーカ A の音量設定は、録音時の音量とほぼ同値となるように、前節で録音された「あー」の音声再生時に 2m 離れた位置で 58~60dBA となる音量を設定し

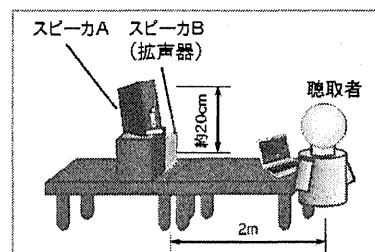


図 5 聴取実験

表 1 想定する拡声器と実験条件

		条件 1	条件 2	条件 3
拡声器使用の想定		無	有(I)	有(II)
録音・提示	マイク 1 スピーカ A	○	○	○
	マイク 2 スピーカ B	×	○	×
	マイク 3 スピーカ B	×	×	○
混合音量[dBA]		58-60	63-65	68-70

た。

また、スピーカ B の音量は、条件 2 と条件 3 とで異なる値を設定した。前節の「あー」を再生時にスピーカ A とスピーカ B との混合音声が、距離 2m の位置でそれぞれ、条件 2 で 63~65dBA, 条件 3 で 68~70dBA となるように設定した。このスピーカ B の音量設定は、各マイクの拡声器でリアルタイムの拡声動作時に、スピーカがマイクの下 20cm の位置でマイクの方向に向けて置かれた条件で、ハウリングを起こさない範囲の最大のゲインを再現した音量である。

3.2.2. 聴取実験

聴取者は 30 歳代の健常男性 1 名とした。実験は静かな部屋で行なわれた。聴取者は、スピーカから 2m の位置に耳が来るように椅子に座り、一語ずつ提示音声を聴取した。

提示音声は、録音された 50 語について、条件 1、条件 2、条件 3 のもとで再生される 150 音声を、ランダムに提示するものとした。すなわち、聴取者はランダム化された 150 刺激の中で、同じ語を 3 回、異なる条件で聴くことになる。ただし、ランダム化の際には、同じ語が連続しないようにした。

聴取者には、提示される音が全て 4 モーラから成る意味のある単語であることを伝え、聞こえた単語が何であるかを聴取者の前に置かれたノートパソコンへキーボードからひらがなでテキスト入力をさせた。なるべく意味のある単語を記入することとし、どうしてもわからない場合は、わかる範囲で聞こえた音を記入するように教示した。音声は 5 秒おきに最大 3 回再生さ

れるように設定し、少ない回数で入力できた場合は、聴取者が入力をした時点で次の後へ移るようにした。初めの4語は「あいうえお」「かきくけこ」「さしすせそ」「たちつてと」の音声を提供し、聴取者は聴取や文字入力の練習を行った。

4. 結果および考察

図6に結果を示す。50語中、完全に正答された単語数は、条件1では16語(32%)、条件2では20語(40%)、条件3では18語(36%)であった。150語全ての回答に要した時間は、約24分30秒で、1語あたり9.8秒であった。

また、単語に含まれる4モーラのうち、部分的に正答していた場合の単語数を、正答したモーラごとにカウントすると、図7のようになった。

拡声器無しの場合である条件1と、拡声器を用いた場合である条件2、条件3を比較すると、拡声器を用いる条件のほうが拡声器無しの条件よりも正答数が多かった。被験者数が1名であるので断定はできないが、これら結果から、ある程度の拡声器の効果が伺える。また、1モーラも正答しなかった単語数を比較すると、条件1に比べて条件3では約半数になっていることから、拡声器とマイクの効果によって、特に聴きづらかった音が、聞きやすくなったものと考えられる。

今回の実験では、条件3の音量を、ハウリングを起こしにくいマイク3で、スピーカ位置を20cmに設定した状態でハウリングを起こさずに最大増幅できる音量に設定した。そのため、静かな部屋ではやや煩く感じる程度の音量であった。単語の正答数が条件2よりも条件3のほうが低い結果となったのは、このことが影響したと思われる。音量の増幅は、本来は環境雑音がある時に効果を発揮するものと考えられ、今後の実験では、環境雑音の条件も入れた実験を行う必要があると考えている。

5. まとめ

本研究では、電気人工喉頭による発話で課題となっている、声の音量の問題と、人工喉頭からの直接音の雑音の問題について、適切な拡声器を開発することで問題を低減することを提案した。

具体的には、双指向性マイクを接話マイクに似た方法で用いることで、人工喉頭からの直接音によるノイズを低減すると同時に、マイクとスピーカが至近距離にある場合でもハウリングが起こりにくいような拡声器を開発した。その結果、スピーカをマイクに向けて、マイクの下20cmの距離に置いた状態でも、ハウリングを起こさずに、約60dBAの声を約70dBAにまで増幅できた。

本稿では、拡声器の有無による声の明瞭さの違いを調べるため、4モーラの単語音声を発話・聴取実験を

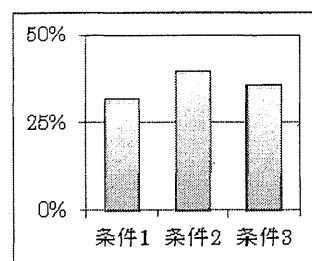


図6 正答した単語数

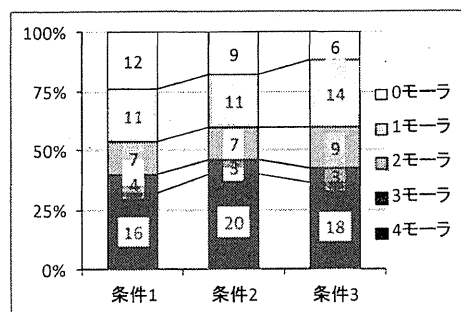


図7 正答したモーラ数ごとの語数

行った結果を報告した。実験の結果から、拡声器の効果がある程度あるものと考えられるが、今後、環境雑音等の条件を加える等の検討を行ったうえで、被験者数を増やした実験を要すると考えている。

また、人工喉頭は日常的に使用されるものであるため、マイクの固定方法や設置位置を、使用者の動きを妨げずに使えるように設定することや、脱着がスムーズに行えることも考慮に入れる必要がある。特にこの電気人工喉頭は、少ない練習ですぐに使えることを利点としていることから、そのような形状的な面での使いやすさにも配慮しながら、引き続き改良を加えていきたい。

6. 謝辞

本研究の一部は、平成23年度厚生労働科学研究費補助金(障害者対策総合研究事業身体・知的等障害分野H22-身体・知的-一般-003)によるものである。

文献

- [1] 伊福部 達, 八幡 英子, 橋場 参生, 佐々木 忠之, "電気人工喉頭の音質改善のための基礎的研究", 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究紀要 9, 75-80, 1988
- [2] 橋場 参生, 須貝 保徳, 泉 隆, 井野 秀一, 伊福部 達, "喉頭摘出者の発声を支援するウェアラブル人工喉頭の開発と評価", ヒューマンインタフェース学会論文誌 9(2), 163-172, 2007
- [3] DENCOM 株式会社 電制 * 電気式人工喉頭 * ユアトーンII ゆらぎ <http://www.dencom.co.jp/product/yourtone/yt2.html>
- [4] 坂本, 鈴木, 天野, 近藤, "親密度と単語の音韻バランスを統制した単語了解度試験用リストの構築", 東北大学電通談話会記録第, 69(2), 21-34, 2000.

