

音声に関わるバリアフリー

荒井 隆行

上智大学理工学部 〒102-8554 東京都千代田区紀尾井町 7-1

E-mail: arai@sophia.ac.jp

あらまし 「音バリアフリー」を、聞こえに関するもの、音声発話に関するもの、その他「音」で補償できるもの、と大きく3つに分け、そのうち「音声」に関わるものを中心に概観した。音声は、生活の中でも多くの場面で使われており、不自由な機能の捕綴や情報保障といった側面ばかりでなく、私たちがお互いに心地良い環境で生活できるよう、心理面にも配慮しながら総合的に環境をデザインしていくことが大切である。その基本には常に人と人とのコミュニケーションがあり、またそれは心と心のふれあいであることを忘れないようにしたい。

キーワード バリアフリー, 音声, コミュニケーション, 人間情報

Speech-related, barrier-free life

Takayuki ARAI

Dept. of Electrical and Electronics Engineering, Sophia University 7-1 Kioi-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, 102-8554 Japan

E-mail: arai@sophia.ac.jp

Abstract We discussed the aspects of a sound-related, barrier-free life. We divided the aspects into three categories and discussed related topics: A) hearing-related issues B) speech-production, and C) other issues in which sound can contribute to overcome barriers. Speech is used in many situations in daily life, and not only are factors related to disabilities or information assurance important, but also addressing psychological issues is crucial to building an environment where people can live securely and comfortably with each other. A barrier-free life is based on human-to-human communication, and we should not forget that this is most productive and fulfilling when translated into heart-to-heart communication.

Keywords barrier-free, speech, communication, human information

1. はじめに

私たちは常に多くの情報を外界から得ている。視覚、聴覚、触覚、嗅覚など、様々な情報が感覚器から入り、神経を介して脳で統合され、必要な情報を抽出して理解される。それらの情報をもとに、私たちは生命を維持し、外界から身を守ってきた。暗闇の中で、あるいは背後から近づいてくる敵をいち早く感知するには、視覚からの情報だけではなく、気配や音、においといった情報が総合的に用いられる。

人間と他の生物との大きな違いといえば、「ことば」と「道具」を持つことであろう。人は複数で集まって生活をしており、そこにコミュニケーションが存在する。「ことば」が生まれ、話しことばだけでなく書きことば（文字）が普及することで、メッセージは時間や空間を越えて伝承されるようになった。現在では、表情、ジェスチャーなど「非言語コミュニケーション」の他、音声言語、文字、手話、点字、指字など様々な手段で「言語コミュニケーション」が行われている。さらに、情報機器や、文字・音声・画像といった情報の伝送技術の発達も相まって、通信形態も多様化して

きている。

さて、「バリアフリー」という言葉はそもそも建築の分野で用いられていた。「障害者が社会生活をする上での障壁（バリア）」を「取り除く（フリーにする）」という意味であった。1974年に行われた国連バリアフリー専門家会議が、「バリアフリーデザイン」に関する報告書をまとめ、これによって「バリアフリー」という言葉は広く使われるようになった。現在では、「障害のある人だけでなく、全ての人の社会参加を困難にしている物理的、社会的、制度的、心理的な全ての障壁の除去」という意味で用いられている[1]。

そのようなバリアが少しでもない、誰もがアクセスしやすい社会を目指す際、どのような課題があるのか。2006年、日本音響学会において「音」に関するバリアフリーの実態を調査研究するため、音バリアフリー調査研究委員会が発足した[2]。

「音バリアフリー」の意味する範囲を私なりにまとめてみると、図1～図3のようになる。大きく分けると、A：聞こえに関するもの、B：音声発話に関するもの、C：その他「音」で補償できるものという3つ

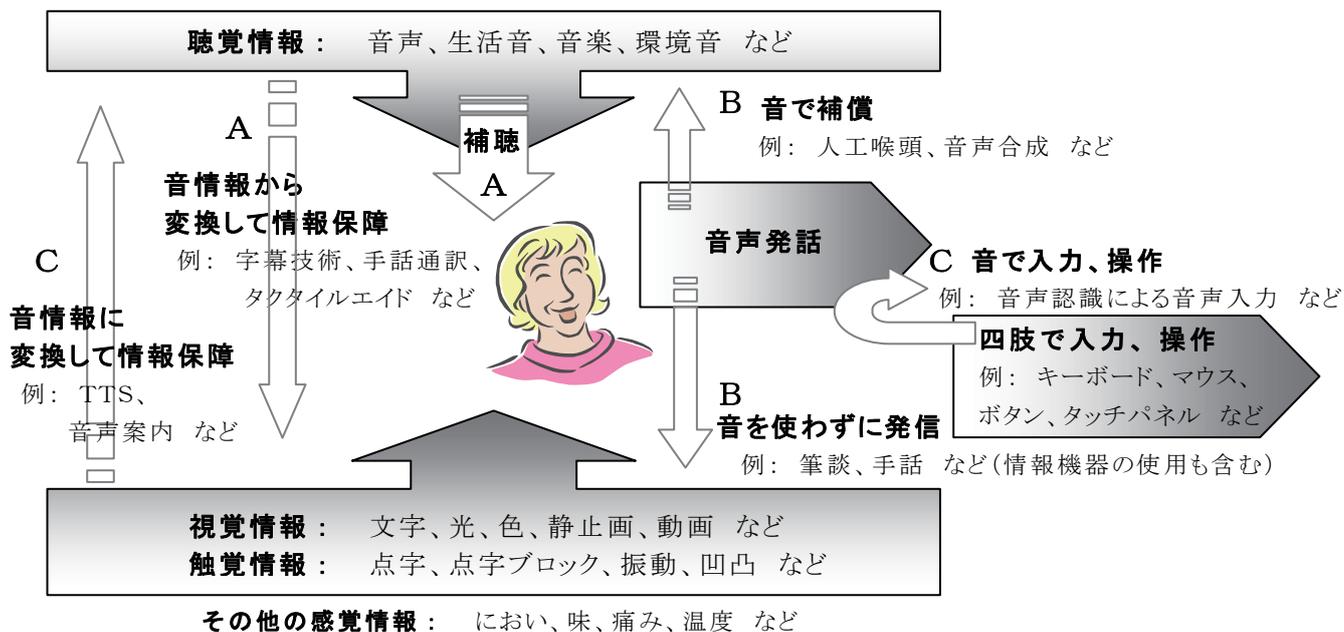


図1:音バリアフリーの概念図（白抜き矢印は、無障壁化を表している）

の категорияが見えてくる。音情報を補償するものに限定すれば、それはいわば狭義の音バリアフリーと言え、図ではカテゴリーAに対応する。その代表的なものに補聴がある。また、「音のバリアフリー」と言った場合、その中にはAの他に音声発話に関するBも含まれると考えるのが自然であろう。一方、Cは様々な形態の情報を音で補償するケースであるが、これも音に関するバリアフリーの一部と見なすことができる。

そこで本稿では、これら3つのカテゴリーごとに音バリアフリーを概観し、特に音声に関わるものに焦点を当てる。

2. 聴覚情報のバリアフリー

聴覚情報を受け取るのにバリアがある場合、より聞きやすい音に変換してやはり聴覚情報として受け取る場合と、視覚情報や触覚情報など聴覚情報以外に変換

して情報を受け取る場合に大きく分けられる。

2.1. 音声をより聞きやすくする

聴覚情報をより聞きやすく変換する技術は補聴技術と呼ばれるが、その代表例が補聴器によるものである[3]。補聴器では主に聴力の周波数特性に合わせた音声信号の増幅が行われるが、その他、雑音除去、時間特性の補正、子音強調処理が施されることもある。またその他には、骨導補聴器、人工中耳や人工内耳、聴性脳幹インプラントなど、聴覚情報を提示部位に合わせた形態に変換しながら人間の聴覚器官に与えるような補聴の形もある[3]。

以上は主に身体に装着することを前提とした補聴であったが、音声信号を送信する側、あるいは拡声する側で行われる補聴処理技術もある。例えば、PA (public address) システムを用いた構内放送において、

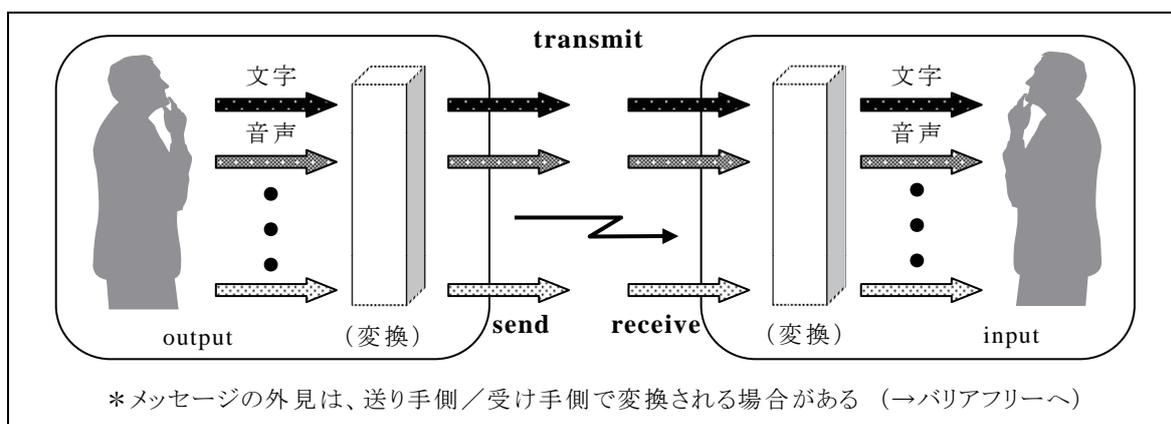


図2:コミュニケーションにおけるメッセージ送受のイメージ図

A : 聴覚情報のバリアフリー

<p><補聴></p> <ul style="list-style-type: none"> ・補聴器 <ul style="list-style-type: none"> ・周波数特性に合わせた音声信号の増幅 ・雑音除去 ・時間特性の補正 ・子音強調処理 ・骨導補聴 ・人工中耳 ・人工内耳 ・聴性脳幹インプラント ・話速変換装置 ・音声明瞭度改善のための前処理技術 <ul style="list-style-type: none"> →PAを用いた放送などで応用 例) 緊急災害放送、構内放送、車内放送
<p><視覚的に伝える ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・字幕技術 (自動音声認識、情景描写 含む) ・筆談 <ul style="list-style-type: none"> →紙と筆記具、筆談器、PC などを利用 ・要約筆記 <ul style="list-style-type: none"> →ノートテイク、パソコン要約筆記 など ・TTY による電話リレーサービス (受信時) ・手話通訳、手話アニメーション ・cued speech ・光でお知らせ <ul style="list-style-type: none"> →着信、タイマー、呼び鈴、警報 など <p><触覚刺激で伝える></p> <ul style="list-style-type: none"> ・指点字、点字 ・タクトイルボコーダ (触知ボコーダ) ・風船で音楽を楽しむ ・バイブレーションでお知らせ <ul style="list-style-type: none"> →着信、目覚まし時計、呼び鈴、警報 など

B : 音声発話のバリアフリー

<p><音で補償></p> <ul style="list-style-type: none"> ・人工喉頭 (電気喉頭、笛式人工喉頭) ・スピーキングバルブ ・音声合成を使った音声会話エイド
<p><音を使わずにコミュニケーション></p> <ul style="list-style-type: none"> ・文字で (筆記、PC筆記、メール など) <ul style="list-style-type: none"> →文字を他者が音声で伝える複合形も含む ・手話、ジェスチャー ・文字盤、コミュニケーションボード ・意思伝達装置 <ul style="list-style-type: none"> →指のわずかな動き、前頭筋、まばたき、眼球運動などで入力

C : 「音」でバリアフリー

<p><音でお知らせ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・音声読み上げ <ul style="list-style-type: none"> ・携帯メール、web、電子辞書などで ・音声ガイド <ul style="list-style-type: none"> ・舞台、テレビなどで <ul style="list-style-type: none"> →情景描写、解説 など ・商店街、文化施設、テーマパークなどで <ul style="list-style-type: none"> →現在地案内・誘導、展示や商品の説明など ・音声案内 <ul style="list-style-type: none"> ・電化製品、券売機、公衆電話、エレベータなどで <ul style="list-style-type: none"> →表示、操作方法、エラー情報など ・報知音 (JIS のガイドラインあり) ・SPコード (専用読み取り機を使って音声出力) ・音訳 <ul style="list-style-type: none"> →活字だけでなく、絵、写真、グラフなどの言語情報以外も翻訳して音声で伝える ・音サイン (誘導チャイム) ・音響バーチャルリアリティ <ul style="list-style-type: none"> →障害物を立体音響で知らせる
<p><音で操作></p> <ul style="list-style-type: none"> ・「音声」による機器への入力、操作 <ul style="list-style-type: none"> →車椅子、PC、携帯電話、カーナビ など * 難解な操作ではないので、使いやすい <ul style="list-style-type: none"> →キーボード、マウスなども不要 * 身体への負担軽減 <ul style="list-style-type: none"> →手や目を使わずに入力が可能

図 3: 音バリアフリーのカテゴリー分け

高い音声明瞭度を確保するための前処理技術[4-7]である。これは電気音響的なアプローチであるが、その他に建築音響的に聞きやすくする技術もここに含まれる。騒音環境下における音声明瞭度の確保も考慮しなければならない。消防法の改正により音声による警報が重要視されている昨今、聞きやすい拡声もまた重要な課題となっている[8]。

また、音声信号の送り側、あるいは受け取る前段階において音声聴取を助ける話速変換装置もある。例えばテレビジョン放送で送られてきた音声をゆっくりとした発話に変換するための装置[9,10]や、携帯電話に組み込まれたものなどがある。

2.2. 視覚情報による聴覚情報の補償

聴覚情報を視覚情報に変換して補償する代表的なものは、音声情報を文字情報に変換することである。紙と筆記用具を用いた筆談、筆談器や PC を用いた筆談、

あるいは要約筆記もこの形態に含まれる。また、映画やテレビジョン放送における字幕も音声・文字変換の代表例であり、生中継番組や舞台、会議などリアルタイム性を要求される場合もある。自動音声認識を用いた字幕付与システムはその自動化に大きく貢献しているが、誤認識はどうしても避けられないことから、それをどのようにカバーするかが課題となっている。例えば、認識誤りを手動で修正したり、既に学習済みの話者が復唱することで認識率を高めるなどの工夫が試みられている[11,12]。また、ネットを介して字幕付与システムやパソコン要約筆記システムを構築することによって、経費を削減したり障害者が在宅で参画できるような工夫もされている[13]。

音声情報を文字以外の視覚情報で伝える形態には、手話通訳、手話アニメーション、cued speech などがある。また、着信やタイマー時計、呼び鈴や警報などを光で知らせるものもこれに含まれる。複数の環境音を自動的に識別して視覚情報で知らせるといった機器が充実することも、今後必要であろう。

2.3. 触知による聴覚情報の補償

情報を触知によって補償する例としては、点訳や指点字で伝える方法がある（機械による伝達方式の例は[14]）。また、音声信号を皮膚刺激に変換するタクトイルボコーダなども存在する[15]。

音声情報以外にも音情報を触知で受け取ることができる。例えば、着信音やタイマー音、目覚まし時計のアラーム、呼び鈴、警報音などを振動として感じたり、聴覚障害者が風船に触れることで音楽を楽しむなどである。

3. 音声発話のバリアフリー

コミュニケーションにはメッセージの送り手と受け手がいるが、送り手が音声を発話することにバリアがある場合、そのバリアフリーの形態として音で補償する場合と、音を使わずにコミュニケーションを行う場合があり得る。

3.1. 音で補償

喉頭がんなどにより喉頭を摘出することで発声することができなくなった喉頭摘出者が、声を取り戻すために開発された補綴器具が人工喉頭である[16]。人工喉頭には「タピアの笛」などの笛式人工喉頭と、電気喉頭がある。食道に飲み込んだ空気を吐き出して発声する食道発声もあるが、さらにその音質を改善する補助装置も開発されている[17]。

気管切開して人工呼吸器を装着すると、呼吸は声帯へと流れないために発声ができなくなる。しかし、スピーキングバルブを連結蛇腹管と気管カニューレの間に挟むことで、人工呼吸器からの吸気はバルブを通過して肺に送られるものの、呼吸はバルブを通過せずに

発声ができるようになる[18]。

身体に装着しない形態として、音声合成を使った音声会話のコミュニケーション支援装置（VOCA, voice output communication aid）がある。喉頭摘出者の他、筋萎縮性側索硬化症（ALS）の患者などのコミュニケーション支援となる。素片接続型音声合成ではある話者の肉声に近い合成音や、失声する前の自分の声を使った音声合成も可能になってきている[19]。

3.2. 音を使わないコミュニケーション

メッセージは、音を使わずとも送れる。文字での情報発信がその一例であり、筆談、メール、PC 筆記などがそうである。身体の動作による情報伝達手段としてジェスチャーがあるが、言語として確立されたのが手話である。

ALS の患者が意思伝達を行う手段として、文字盤やコミュニケーションボードを使う例の他、指のわずかな動きや前頭筋、まばたきや眼球運動を利用した意思伝達装置の使用もある。

他にも、「音を使う部分だけ他者が代行し、利用者は音を使わずにコミュニケーションが可能となる」複合的な形もある。例えば、電話サービスのひとつとして、利用者が文字テキストで送ったメッセージをオペレータが音声で仲介し、相手が音声で返答したものをオペレータが再び文字テキストに変換して返すといった形式である。これは、テレタイプライター（TTY, teletypewriter: タイプライタをモデムを介して電話回線で結んだもの）によるリレーサービスであり、TDD（telecommunication device for the deaf）と呼ばれる。1990年に制定された ADA（Americans with disabilities act）により、アメリカのすべての電話会社にこのリレーサービスが義務付けられている。最近では、AT&T 社が始めたビデオ・リレー・サービスのようになり、手話画像も送受信できるリレーサービス（VRS, video relay service）がある[20]。

4. 音でバリアフリー

4.1. 視覚情報のバリアフリー

視覚にバリアがある場合、視覚情報を音声で補償することが有効である。PC や携帯電話、電子辞書などの文字情報に対する TTS（text-to-speech）技術を用いた音声読み上げがその例である。今日、web の音声化は重要なテーマになっており、音声読み上げ時の使いやすさも考慮したレイアウト（画面構成）や、画像や機能ボタンなど文字情報以外をどのように音声で解説するかなど、アクセシビリティが課題となっている。また、効率的に情報を収集する上でも、スクリーンリーダーにおける音声合成の話速の上限を高く設定できるようにすることも課題として指摘されている[21]。

録音による「音声ガイド」も、各所で導入されてい

る。舞台やテレビなどを楽しむための情景描写や、店舗や商品の宣伝などを流すことで商店街などを音声ガイド付きで誘導したりする例があげられる。文化施設やテーマパークなどでも、展示物の解説や歴史的背景などの説明として音声ガイドを設置している光景をよく見かける。利用者がボタンに触れるなどして機器のスイッチを入れる形式、機器がセンサなどで対象者を認知して適宜ガイドを開始する形式、微弱電波などを利用し必要とする人が受信機を携帯して適宜情報を得る形式など、その形態も多様化している。

家電などの電化製品において、使用者が正しく使うための情報を伝える目的で発せられるのが報知音である。しかしFAX機、時計、歩数計などの家電や券売機、公衆電話、エレベータなどの表示や操作方法、エラー情報など、より複雑な内容を伝えるには音声による案内が適している。報知音はJISによるガイドラインが整備されている一方、音声案内に関しては課題となっている。

印刷物を音声化する場合、文字から音声への変換をしなくてすむように印刷物の上に文字コードを印刷する技術も開発されている。SPコードはその一例であり、本文と同じ内容が音声でも聞けるユニバーサルデザインになっている[22]。このSPコードは2次元的に情報を印刷することができ、専用読み取り装置に組み込まれた音声合成により文字情報が音声化される。また、音声に限らず音信号そのものを同様に紙面上にコード化する技術も存在する[23]。

一方、視覚情報を人が音声に訳する「音訳」も、視覚情報を音声で補償する一例である。音訳では、文章はもちろんのこと、絵、写真、グラフなどの非言語情報も翻訳して音声で伝える。この音訳を自動化することは、現在の技術ではまだ難しい。

外出時には、誘導チャイムなどの音サインが視覚障害者の移動を助ける[24]。また、障害物を立体音響で知らせるような視覚障害者のための音響バーチャルリアリティなども研究開発されている[25]。

4.2. 音によるその他のバリアフリー

肢体不自由者が音声でPC入力を行ったり、機器の操作を行ったりする例もある[26]。音声による車椅子の操作の例もあるが[27]、自動音声認識の誤認識による事故をいかに防ぐかが課題となる。その他、自閉症児のためのコミュニケーション支援として音声を利用する例も報告されている[28]。

5. まとめ

「音バリアフリー」を、A：聞こえに関するもの、B：音声発話に関するもの、C：その他「音」で補償できるものの3つのカテゴリーに分け、そのうち音声に関わるバリアフリーを中心に概観した。音声は、生活の

中でも多くの場面で使われており、コミュニケーションの大切な一手段である。そのため、ただ情報保障がされたり、不自由な機能が捕縛されたりといった表面的な解決だけでは十分とは言いがたい。誰でも安心して参加できる社会、お互いに心地良い環境を目指して、心理面にも配慮しながら総合的に環境をデザインしていくことが大切である。

聴覚補償を例に考えてみよう。「音声」に関わるバリアフリーは、医療やリハビリテーションとも関係が深く、共通する目的や課題も多い。例えば、自分に合う補聴器を選ぶ際、医師や言語聴覚士の診断やカウンセリングは重要な役割を果たしているし、人工内耳のインプラントの埋め込み手術や、その後の音声聴取の機能回復のためのリハビリテーションも行われている。補聴に読唇を併用したり、そのスキルを身に付けるためのリハビリテーション支援ソフトなども開発されている[29]。また、本人が聴覚補償するばかりでなく、他者が別の方法で情報保障することもある。要約筆記や手話通訳など「人間が通訳」したり、あるいは、自動音声認識による字幕化などの「テクノロジーで補助」するなど、方法も様々だ。装置がカスタマイズして使用できるように、「人」が仲介する場合でも利用者の意図に合わせて使いやすい形で提供できることが望ましい。例えば「筆記」の形態ひとつを取っても、PCを用いて出来るだけ多くの情報を筆記する、内容を要約しながらエッセンスだけを手書きで筆記する、方言などの微妙なニュアンスを活かして筆記するなど、目的に合わせて柔軟に対応する必要が出てくる。このように、聴覚補償と情報保障を考えながら、福祉・医療・リハビリテーションを総合的に進めていく必要がある。聴覚か、視覚か、触覚か、そして具体的にどのような方法でメッセージを受け取るのか？「その人」が、その場その場に合わせて複数の選択肢の中から選べると理想的である。

「初めからバリアを作り出さない」という考え方に立つ「ユニバーサルデザイン」と比べると、「バリアフリー」の理念は、既存のものを改良する取組に限られることが多く、様々な条件の制約を受けやすいことは否めないかもしれない[1]。だが、今回バリアフリーの例としてあげた技術は、ユニバーサルデザインにつながるものがたくさんある。例えば音声入力は、PC操作に不慣れな人でも便利に使えし、字幕放送は健聴者にも有益な情報源となる。TTSの合成音声は、外国語学習にも応用できるし、翻訳技術を結びつけばラングゲージバリアフリーにもなる。

バリアフリーやユニバーサルデザインを考える際、その立場に立った解決法を物理的、社会的、制度的、心理的に、広く考えることが大切である。その点、不

自由な思いをしている人たちが実際に参画することにより現実的な視点が見えてくる。学びの場が保証されれば、自らが自分の立場でバリアフリーやユニバーサルデザインを実現していくことにもつながるので、教育の果たす役割は大きい。授業の情報補償を含めた学校教育での障害者支援も、課題の一つと言えよう。

音声に関するバリアフリーを考える際、その基本には人と人とのコミュニケーションがあり、またそれは心と心の触れ合いであることを忘れないようにしたい。

謝辞

本稿執筆にあたり、アドバイスをいただきました市川薫先生、飯田朱美先生、梅垣正宏先生に感謝いたします。なお、本稿の執筆に際し、文部科学省私立大学学術研究高度化推進事業上智大学オープンリサーチセンター(2007～2011年度)の支援を一部受けた。

文 献

- [1] 内閣府, “平成 11 年度 障害者のために講じた施策の概況に関する年次報告について (平成 12 年版「障害者白書」の概要),” 2000.
- [2] 上羽貞行, “音バリアフリー調査研究委員会発足,” 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, pp. 479-480, 2007.
- [3] 伊藤憲三, “きめ細やかな補聴技術,” 日本音響学会誌, Vol. 54, No. 5, pp. 399-405, 1998..
- [4] 荒井隆行, 木下慶介, 程島奈緒, 楠本亜希子, “音声の定常部抑圧の残響に対する効果,” 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, Vol. 1, pp. 449-450, 2001.
- [5] T. Arai, K. Kinoshita, N. Hodoshima, A. Kusumoto and T. Kitamura, “Effects of suppressing steady-state portions of speech on intelligibility in reverberant environments,” *Acoustical Science and Technology*, Vol. 23, No. 4, pp. 229-232, 2002.
- [6] A. Kusumoto, T. Arai, K. Kinoshita, N. Hodoshima and N. Vaughan, “Modulation enhancement of speech by a pre-processing algorithm for improving intelligibility in reverberant environments,” *Speech Communication*, Vol. 45, No. 2, pp. 101-113, 2005.
- [7] N. Hodoshima, T. Arai, A. Kusumoto and K. Kinoshita, “Improving syllable identification by a preprocessing method reducing overlap-masking in reverberant environments,” *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 119, No. 6, pp. 4055-4064, 2006.
- [8] TOA 株式会社ホームページ (<http://www.toa.co.jp/products/ss/epa/syoubouhou.htm>)
- [9] 中村章, 清山信正, 池沢龍, 都木徹, 宮坂栄一, “リアルタイム話速変換型受聴システム,” 日本音響学会誌, Vol. 50, pp. 509-520, 1994.
- [10] A. Nakamura, N. Seiyama, A. Imai, T. Takagi and E. Miyasaka, “A new approach to compensate degeneration of speech intelligibility for elderly listeners-development of a portable real time speech rate conversion system,” *IEEE Trans. on Broadcasting*, Vol. 42, No. 3, pp. 285-293, 1996.
- [11] 松井淳, 本間真一, 小早川健, 尾上和穂, 佐藤庄衛, 今井亨, 安藤彰男, “言い換えを利用したリスピーク方式によるスポーツ中継のリアルタイム字幕制作,” 電子情報通信学会論文誌, Vol. J87-D-II, No. 2, pp. 427-435, 2004.
- [12] 今井亨, “音声認識を利用した情報保障: 放送・講演の字幕制作の取り組み,” 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, pp. 353-356, 2007.
- [13] 服部裕之, “音声同時字幕システム,” FIT, 2004.
- [14] 坂井忠裕, 石原達哉, 牧野英二, 近藤悟, 関口卓司, “受動的触知による新しい点字伝達方式—文字放送点字伝達装置の試作—,” 映像情報メディア学会誌, Vol. 52, No. 4, pp. 512-519, 1998.
- [15] 伊福部達, 湊博, 吉本千禎, “心理物理実験によるタクトイル・ボコーダーの基礎的研究,” 日本音響学会誌, Vol. 31, No. 3, pp. 170-178, 1975.
- [16] Y. Lebrun, *The Artificial Larynx*, Swets & Zeitlinger B.V., Amsterdam, 1973.
- [17] 原紀代, 松井謙二, 窪田邦昭, 金明淑, 大平郁夫, “食道発声補助装置の開発,” 電子情報通信学会技術報告, SP98-150, pp. 33-40, 1999.
- [18] 江端広樹, 白幡あかね, 千野直一, 木村彰男, “人工呼吸器装着中の ALS 患者に対するスピーキングバルブの使用経験,” *リハビリテーション医学*, Vol. 37, No. 12, p. 1153, 2000.
- [19] A. Iida and N. Campbell, “Speech database design for a concatenative text-to-speech synthesis system for individuals with communication disorders,” *International Journal of Speech Technology*, Vol. 6, pp. 379-392, 2003.
- [20] アメリカ AT&T 社 VRS ホームページ (<http://www.attvrs.com/>)
- [21] 浅川恵美子, 高木啓伸, 井野秀一, 伊福部達, “視覚障害者への音声提示における最適・最高速度,” *ヒューマンインタフェース学会論文集*, Vol. 7, No. 1, pp. 105-111, 2005.
- [22] 深見拓史, “印刷物によるバリアフリー・コミュニケーション・システム第 2 報: 2 次元シンボル・SP コード付きコンテンツの普及情報,” *情報知識学会誌*, Vol. 15, No. 2, pp. 49-52, 2005.
- [23] オリジナル株式会社ホームページ (ScanTalk、<http://www.olympus.co.jp/jp/support/cs/Scantalk/>)
- [24] 日本サインデザイン研究所ホームページ (<http://www.sign.or.jp/project/index.html>、サイン音に関する調査研究)
- [25] 伊福部達, 音の福祉工学, コロナ社, 1997.
- [26] 飯田朱美, 佐藤登, 熊澤透, 菅原勉, “肢体不自由者へのコミュニケーション支援の実践,” 電子情報通信学会技術報告, SP2005-88, pp. 25-30, 2005.
- [27] 児島宏明, 佐宗晃, 石洙永, 李時旭, 佐土原健, “重度障害者のための音声認識電動車いすの開発,” 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, pp. 371-372, 2007.
- [28] 天白成一, 三木睦明, 岸田大輔, 中村稔堯, “自閉症児向けコミュニケーション支援における音声の利用,” 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, pp. 367-368, 2007.
- [29] 喜田村朋子, 荒井隆行, P. Connors, “聴覚障害者のための口形つきアニメーションの教材に関する検討,” 電子情報通信学会技術報告, SP2002-113, pp.27-32, 2002.