

小特集—音支援（音バリアフリー）を考える—

音声コミュニケーションに関わるバリアフリー*

伊藤 憲三 (岩手県立大学)**・荒井 隆行 (上智大学)**

43.10.Ln; 43.70.Dn; 43.72.Kb

1. はじめに

人間は複数で集まって社会を作り、お互いにコミュニケーションをとりながら生活をしている。

最初のごく小さな集団の中で「話しことば」で意思疎通を図っていた人類であるが、移動手段が発達して行動範囲も広くなり、また「書きことば(文字)」が生まれて普及することで、時間や空間を越えて交流することが可能になった。今を生きる私たちは、表情、ジェスチャなど「非言語コミュニケーション」のほか、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」を行っている。更に、文字・音声・画像といった情報通信技術の発達も相まって、コミュニケーションの形態も多様化してきている。

その中でも音声コミュニケーションに関わる部分に注目し、「音支援」, 「音バリアフリー」の意味する範囲をまとめてみると図-1 のようになる [1]。大きく分けると、A: 音声の聞こえに関するもの、B: 音声発話に関するもの、C: その他「音声」で補償できるものという三つのカテゴリが存在する。本稿では、これら三つのカテゴリごとに、音声コミュニケーションに関わる音バリアフリーを概観する。

2. 聞こえのバリアフリー

聴覚情報を受け取るのにバリアがある場合、より聞き易い音声に変換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受け取る場合に分けられる。

2.1 聴覚情報の補償

聴覚情報をより聞き易く変換する「補聴技術」において、その代表的な機器の例に補聴器があげられる [2]。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、子音強調処理など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 [2]。雑音低減の問題 [3] など、今後も引き続き課題への取り組みが期待される。

上記は主に身体に装着することによる補聴であるが、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、高い音声明瞭度を確保するための前処理技術が検討されている [4-7]。これは電気音響的なアプローチであるが、その他に残響の多い室において建築音響的に聞き易くするアプローチもある。様々な騒音・残響環境下における音声明瞭度の確保が重要であり、それぞれのアプローチを横断的に議論できるような指標の検討・開発が急務である。

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 [8, 9] や、聞き易くする機能を徹底的に追及した携帯電話などもある [10]。

2.2 視覚情報による補償

聴覚情報を視覚情報に変換して補償する代表的なものに、「音声を文字に変換」することがあげられる。紙と筆記具を用いた筆談、筆談器や PC を用いた筆談、あるいは要約筆記など人手を介した変換もこの形態に含まれる。また、映画やテレビ放送における字幕も「音声を文字に変換」する代表

* Barrier-free issues in speech communication.

** Kenzo Itoh (Vice-president, Iwate Prefectural University, Iwate, 020-0173)

*** Takayuki Arai (Faculty of Science and Technology, Sophia University, Tokyo 102-8554)
e-mail: arai@sophia.ac.jp

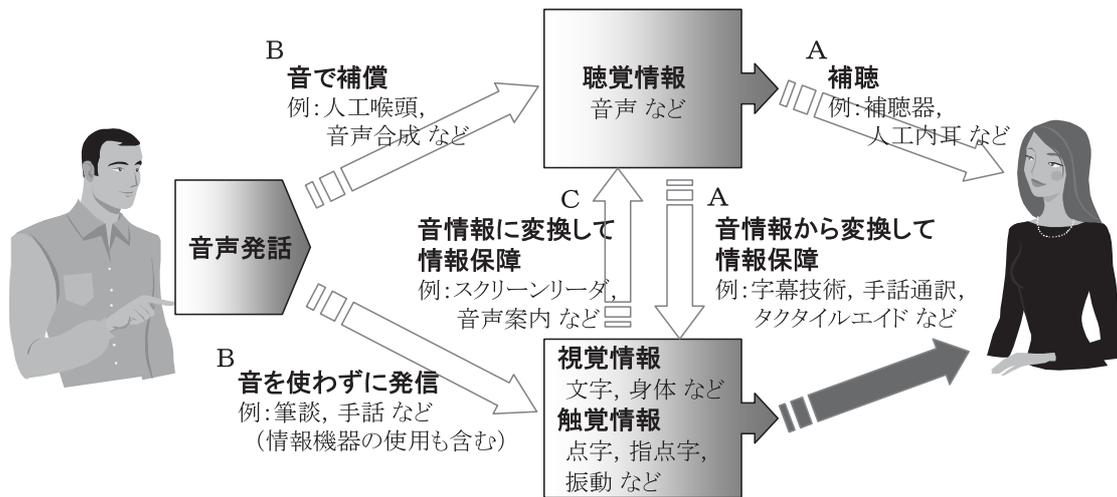


図-1 音声コミュニケーションに関わるバリアフリーの概念図（白抜きの矢印は、無障壁化を表わしている）文献 [1] より改変

例であり、生中継放送や舞台、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。しかし、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、認識誤りをオペレータが修正したり、既に学習済みの話者が静かな音環境下で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]。このような例は、技術のみに頼らず、人が障害の補償をサポートするものである。たとえば機械の認識率が十分でなくとも人の手を介するなど精度を高める工夫をし、できるところから進めていくことが大切である。

更に、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や cued speech などのほか、音声情報を色パターン化してリアルタイムで表示することも検討されている [14]。

2.3 触知情報による補償

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り、機械による伝達方式も開発されている（例えば [15]）。また、音声信号を皮膚刺激に変換するタクタイルボコーダなども存在する [16]。

3. 発話時のバリアフリー

音声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存在するが、その送り手側において発話にバリアがあることがある。このとき、その無障壁化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考えられる。具体的には、発話に障害がある人々への支援である。

3.1 音声で補償

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 [17]。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、更にその音質を改善する補助装置も検討されている [18]。また、気管切開して人工呼吸器を装着すると、呼吸が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使うことによって、発声ができるようになる [19]。

一方、身体を使った発話という形態以外に、音声合成技術を使ったコミュニケーションの形態もある。例えば、音声会話のコミュニケーション支援装置 (VOCA, voice output communication aid) がそうである。喉頭摘出者のほか、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が [20], その音質の向上や, より患者に負担を掛けないように工夫することなどが今後の課題としてあげられる [21]。

3.2 音声を使わないコミュニケーション

音声で表現しようとする情報は, 音声を使わずとも送れる。文字での情報発信がその例であり, 筆談, メール, PC 筆記などがそうである。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ほか, 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。今後, 脳活動を直接センシングして意思伝達できるような技術のさらなる発展が期待される。

4. 音声による補償

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。TTS (text-to-speech) 技術を用いた, PC や携帯電話, 電子辞書などの文字情報に対する音声読み上げがその例である。今日, ホームページ (HP) などの読み上げ (音声化) は重要なテーマになっている。音声読み上げ時の使い易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おり, HP を作成する際のガイドラインなども検討されている [22]。また, 効率的に情報を収集する上でも, スクリーンリーダにおける音声合成の読み上げ速度を可能な限り速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 [23]。音声合成技術の向上のほか, GUI やタブレット入力などによるヒューマンインタフェースの改善をはじめとした課題を今後検討する必要がある [24]。

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。しかし電話機, 時計, 歩数計などの家電や券売機, 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ことも多い。報知音や情報通信機器の開発には JIS によるガイドラインが整備されている。特に電気通信機器についてはそのガイドラインの ISO の検討も始まっている [25]。

その他, 「音声案内」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, 美

術館, 観光地, あるいは文化施設やテーマパークなどで, 展示物の解説や歴史的背景などの説明として音声案内を設置したりする例があげられる。RFID 等を用いて様々な利用者が欲しい情報を得るなど, ユニバーサルデザインの観点からの試みが検討されている [26]。

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 [27]。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 [28]。

一方, 視覚情報を人が音声に翻訳する「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, かなり難しいと思われる。

4.2 音声によるその他の補償

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 [29]。音声による車椅子の操作の例もあるが [30], 音声認識の誤り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おり [31], 今後は発達障害支援のための様々な取り組みが期待される [32]。

5. おわりに

「音バリアフリー」の中で, 音声コミュニケーションにかかわる事項を概観した。ここではその項目を, A: 音声の聞こえに関するもの, B: 音声発話に関するもの, C: その他「音声」で補償できるものの三つのカテゴリに分けて整理し概説した。

音声は日常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。「バリアフリー」という側面から考えるとき, 我々は音声認識技術, 音声強調技術といった「テクノロジーによる支援」や, 手話通訳など「人による支援」を思い浮かべることが多いかも知れない。しかしながら, 情報弱者である当事者自身が, 障害を軽減す

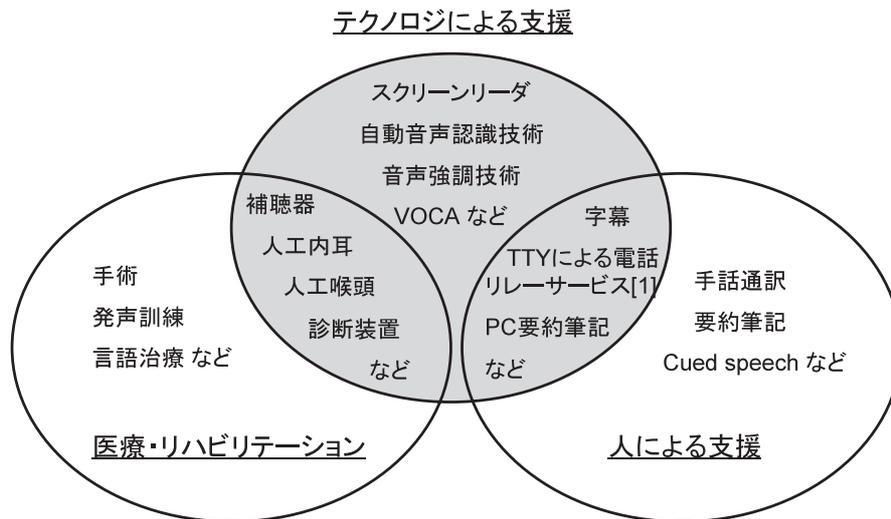


図-2 音声コミュニケーション障害に関わる支援・技術の例

るために医療機関などで外科的・内科的なケアを受けたり、あるいは言語聴覚士による治療や訓練を受けたりしている例も多くある。これらは、もともとバリアをなくす、あるいは軽減するということにつながるため、「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と言える。

図-2は、音声コミュニケーション障害に関わる支援・技術の形態について上記の観点でまとめたものである。支援の形態を「医療・リハビリテーション」、「テクノロジー」、「人の手が必要」の大きく三つに分類し、二つの形態の融合形で成り立っているものに関しては、図の重なり合ったところに配置した。

例えば発話に障害がある場合、口唇裂の患者であれば手術を受けたり、構音訓練を行うために言語聴覚士による言語治療を受けたりすることが考えられる。また、喉頭摘出者が声を取り戻すための補綴器具として人工喉頭を使うこともあれば、音声合成器などの機器を利用してコミュニケーションを図ることもある。聴覚に障害がある人工内耳装用者の場合、言語聴覚士による聞き取りの訓練と並行して、人を介した要約筆記によってコミュニケーションを図ることもあるだろう。また、聴覚障害者用の自動音声認識を利用した発音訓練や口話法の訓練の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 [33]。

以上のように、音声コミュニケーションに関わるバリアフリーを考える場合、福祉・医療・リハ

ビリテーション等を総合的に進めていく必要がある。聴覚、視覚、触覚など、どのような方法でメッセージを受け取り、どのような形態で発信するのか、一人ひとり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のが理想的である。その際、バリア除去の解決法を、物理的、社会的、制度的、心理的に広く捉え、その立場になって考えることが大切である。更に、総務省が進めるユニバーサル・コミュニケーション [34] のように、コミュニケーションを複合的に捉えることの議論等が、今後必要であろう。

また、不自由な思いをしている人たちが議論に参画することでより現実的な視点が見えてくる。情報通信アクセス協議会 (CIAJ) の活動などがそのよい例である。機器を具体的に製造し提供する「提供者部会」とそれを実際に使う「使用者部会」が同じテーブルで議論する場合は、今後も大きな役割を担うことになる。また、それらを行政の視点から実現する支援も不可欠である [35]。

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。大学などの高等教育までを含めた学びの場が、情報補償も含めて保証されれば、自らが専門知識を基に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っていく。教育の果たす役割は大きいと考える。

最後に、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。快適にコミュニケーション
 できることへの補償が最終的な目標ではあるが、
 最低限、利用者の目的が達成できる技術や人の支
 援を総合的に考える必要がある。障害の補償を、
 「なくても良いが、あると良い」「なくてはならな
 い」の視点で考え、機器を利用する人が本当に必
 要とする補償を提供することが重要である。

文 献

- [1] 荒井隆行, “音声に関わるバリアフリー,” 音響学会聴
 覚研資, 37(5), H-2007-66, pp. 377-382 (2007).
- [2] 伊藤憲三, “きめ細やかな補聴技術,” 音響学会誌, 54,
 399-405 (1998).
- [3] 伊藤憲三, 水島昌英, 北脇信彦, “音声/非音声識別機
 能を有する雑音抑圧処理が難聴者の数字理解度に及ぼす
 影響,” 音響学会聴覚研資, H97-37 (1997).
- [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,” 音講論集, Vol. 1,
 pp. 449-450 (2001.10).
- [5] T. Arai, K. Kinoshita, N. Hodoshima, A.
 Kusumoto and T. Kitamura, “Effects of suppress-
 ing steady-state portions of speech on intelligibility
 in reverberant environments,” *Acoust. Sci. & Tech.*,
 23, 229-232 (2002).
- [6] A. Kusumoto, T. Arai, K. Kinoshita, N.
 Hodoshima and N. Vaughan, “Modulation enhance-
 ment of speech by a pre-processing algorithm for im-
 proving intelligibility in reverberant environments,”
Speech Commun., 45, 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.*, 119,
 4055-4064 (2006).
- [8] 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,” 音響学会誌, 50,
 509-520 (1994).
- [9] A. Nakamura, N. Seiyama, A. Imai, T. Takagi and
 E. Miyasaka, “A new approach to compensate degen-
 eration of speech intelligibility for elderly listeners-
 development of a portable real time speech rate con-
 version system,” *IEEE Trans. Broadcast.*, 42, 285-
 293 (1996).
- [10] 栗原秀明, 片山 浩, 河合千晴, 太田恭士, 片江伸之,
 “携帯電話の音声信号処理,” 音響学会誌, 58, 786-791
 (2002).
- [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,” 電信学
 論, J87-D-II, 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,” 音講論集, pp. 353-356 (2007.3).
- [13] 服部裕之, “音声同時字幕システム,” FIT (2004).
- [14] 上田裕市, 渡邊 亮, “聴覚代行としての視, 触覚によ
 る韻律情報伝達の一評価法について,” 音響学会誌, 47,
 310-317 (1991).
- [15] 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, 52, 512-519
 (1998).
- [16] 伊福部達, 湊 博, 吉本千禎, “心理物理実験による
 タクティル・ボコーダーの基礎的研究,” 音響学会誌, 31,
 170-178 (1975).
- [17] Y. Lebrun, *The Artificial Larynx* (Swets &
 Zeitlinger B.V., Amsterdam, 1973).
- [18] 原 紀代, 松井謙二, 窪田那昭, 金 明淑, 大平郁夫,
 “食道発声補助装置の開発,” 信学技報, SP98-150, pp. 33-
 40 (1999).
- [19] 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, 37, 1153 (2000).
- [20] A. Iida and N. Campbell, “Speech database de-
 sign for a concatenative text-to-speech synthesis sys-
 tem for individuals with communication disorders,”
Int. J. Speech Tech., 6, 379-392 (2003).
- [21] A. Iida, S. Kajima, K. Yasu, J.M. Kominek, Y.
 Aikawa and T. Arai, “Developing a bilingual com-
 munication aid for a Japanese ALS patient using
 voice conversion technique,” *J. Acoust. Soc. Am.*,
 123, Pt. 2, 3884 (2008).
- [22] 飯塚潤一, 市川 熹, “視覚障害者のウェブサイトの検
 索効率と心的負担に関する考察,” 信学技報, WIT2006-
 114, pp. 55-60 (2007).
- [23] 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, 7, 105-111 (2005).
- [24] 渡辺哲也, 岡田伸一, 伊福部達, “スクリーンリーダを
 活用した電子メディアのバリアフリー化,” 信学論, J83-
 D-I, 234-242 (2000).
- [25] 電気通信機器ガイド: [http://www.ciaj.or.jp/
 access/Torikumi/index.html](http://www.ciaj.or.jp/access/Torikumi/index.html)
- [26] 米田信之, 阿部昭博, 狩野 徹, 加藤 誠, 大信田康統,
 “携帯電話とアクティブ RFID による UD 観光情報シス
 テムの開発と社会実験,” 情報処理学会論文誌, 49 (2008).
- [27] 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, 15(2),
 pp. 49-52 (2005).
- [28] オリンパス株式会社ホームページ (ScanTalk,
<http://www.olympus.co.jp/jp/support/cs/Scantalk/>)
- [29] 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,” 信学技報,
 SP2005-88, pp. 25-30 (2005).
- [30] 児島宏明, 佐宗 晃, 石津 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,” 音講
 論集, pp. 371-372 (2007.3).
- [31] 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,” 音講
 論集, pp. 367-368 (2007.3).
- [32] 電子情報通信学会, 発達障害支援研究会.
- [33] 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,” 信
 学技報, SP2002-113, pp. 27-32 (2002).
- [34] 総務省, ユニバーサル・コミュニケーション
- [35] 情報通信アクセス: [http://www.ciaj.or.jp/
 whatsnew.rdf](http://www.ciaj.or.jp/whatsnew.rdf)