



盲ろう者の触って歌うことを 支援する

応
般

—触覚フィードバックによる音声ピッチ制御—

坂尻正次（筑波技術大学）

盲ろう者と音楽・歌唱

盲ろう者の障害特性

盲ろう者とは視覚と聴覚に何らかの障害を持った人のことを言い、国内には約2万人の盲ろう者が存在すると言われている。盲ろうのタイプには、それぞれの障害の程度に応じて(1)全盲ろう、(2)盲難聴、(3)弱視ろう、(4)弱視難聴という4つのタイプがある¹⁾。「全盲ろう」は、全盲であり全聾である状態をいう。上記(2)から(4)のように残存する視覚・聴覚を活用できる場合は、拡大機器や補聴器等を活用できるが、全盲ろうの場合はコミュニケーションや情報取得を触覚に頼らざるを得ない。全盲ろうの場合のコミュニケーション方法は、指点字、触手話、指文字等があり、情報取得の手段としては、点字ディスプレイや触覚ディスプレイの利用が挙げられる。

盲ろう障害を理解する上では、視覚と聴覚それぞれについての障害発生時期についても考慮する必要がある。(1)先天盲ろう(先天的視覚障害・先天的聴覚障害)、(2)聾ベース(後天的視覚障害・後天的聴覚障害)、(3)盲ベース(先天的視覚障害・後天的聴覚障害)、および(4)中途盲ろう(後天的視覚障害・先天的聴覚障害)の4つに分類できる¹⁾。詳細な説明は紙面の都合上省略するが、(1)の先天盲ろうは生まれつきの盲ろう者、(2)の聾ベースは聴覚障害者として生まれ育ち、後に視覚に障害を持った場合である。(3)の盲ベースは点字等を使用する視覚障害者として生まれ育ち音楽・歌唱の経験を有する人が多い。(4)の中途盲ろうも(3)の盲ベースと同様に音楽・歌唱の経験を

有する人が多い。

盲ろう者と音楽・歌唱

前節で述べたように、盲ろう者の中にも音楽・歌唱の経験のある盲ろう者は存在する。特に楽器演奏に関しては、聴覚によるフィードバックがなくても演奏できるので、全盲ろうであってもピアノを演奏する盲ろう者や三味線を演奏していた盲ろう者がいた。

三味線を演奏していた盲ろう者は、中途の全盲ろうの女性であるが、盲ろうの障害を持つ前は三味線演奏を職業としていた。盲ろう者となってからも、定期的に数人の弟子の稽古をしており、演奏会等で演奏することもあった。以前、まったく聞こえないのになぜ演奏できるのですかと筆者が彼女に尋ねたところ、「手が覚えている」ので演奏ができるという返答があった。触覚や筋感覚から演奏の状態を把握していたものと推測される。なお、弦楽器である三味線は調律の必要があるが、これにはピッチの分かる健聴者の手助けが必要になる。彼女は三味線の演奏時に合いの手(掛け声)を入れることはあったが歌を歌うことはなかった。筆者が歌唱について尋ねたところ、聞こえていたときに音声ピッチが合っていないということがどのようなことかを知っていたから、音声ピッチが合っているかどうか分からない状態で歌うことは避けていたとの返答があった。

先のピアノを演奏する盲ろう者は全盲の状態から18歳のときに聴力を失った経験があるが、彼によると、失聴した直後は歌うことができたが1カ月ほどで歌うことができなくなったということであった。彼もピアノ等の楽器を演奏することはあったが、人前で歌を歌うことはなかった。

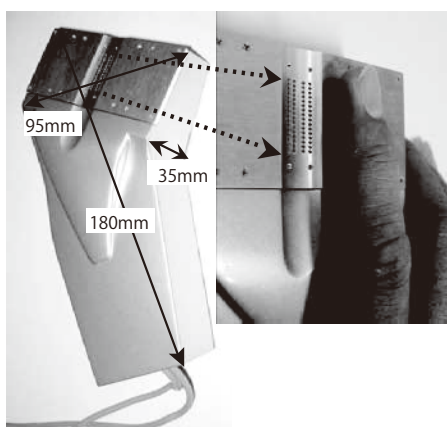


図-1 触覚ディスプレイ本体

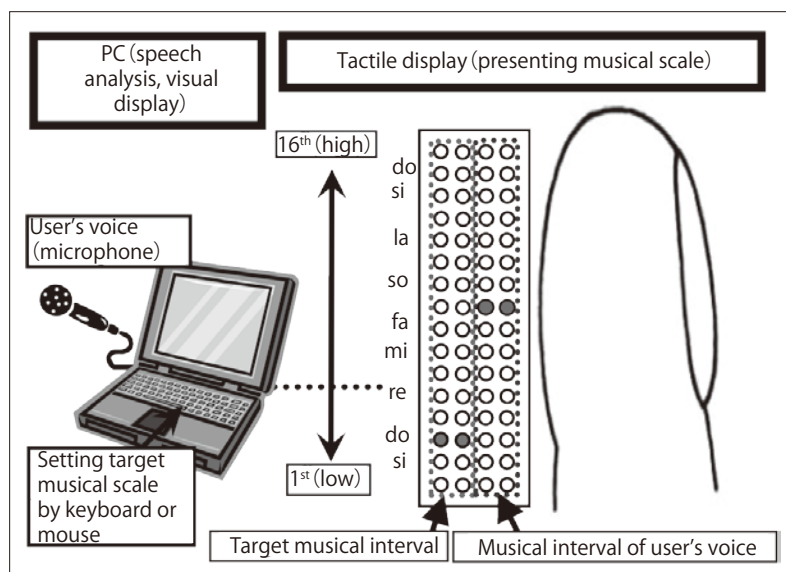


図-2 音声ピッチ制御システムの概略図

以上のように中途失聴で楽器の演奏経験がある盲ろう者の場合、盲ろう障害を持つようになってからも演奏する事例があるが、歌唱をするという事例はなかった。三味線のような弦楽器を聴覚フィードバックなしに演奏するには相当の熟練度を要するが、職業として三味線を演奏していた先の盲ろう女性の場合はその熟練度が演奏を可能としていたと考えられる。一方、歌唱に関しては、音声ピッチが合っているかどうかをフィードバックする手段が存在していなかったために歌唱する盲ろう者の事例がなかったものと考えられる。そこで、発声時の音声ピッチを盲ろう者に情報呈示するために触覚フィードバックによる音声ピッチ制御を試みることにした。

音声ピッチ制御システム

音声情報を触覚刺激に変換して呈示するデバイスをタクトイルエイドというが、聴覚障害者が読唇などと併用して用いている²⁾。これまで、聴覚障害者にメロディを伝達するための機器の研究³⁾はされていたが、音声ピッチが識別可能な触覚デバイスは開発されていなかったため、2次元触覚ディスプレイを用いた音声ピッチ制御システムを開発した。

音声ピッチ制御システムは、PCと触覚ディス

プレイ本体(図-1)から構成されている。右手の示指(人差し指)第1関節の腹側を触覚ディスプレイ部分に置いて触知するように設計されている。図-2に音声ピッチ制御システムの概略図を示す。本システムでは、目標ピッチをPCで設定し、その目標ピッチと同じ音声ピッチになるように、盲ろう者が発声する。触覚ディスプレイは、図-2に示したように22mm×10mmの領域に16行×4列の刺激ピンが配置されている。先行研究における振動刺激呈示に関する弁別閾の知見²⁾を参考にして触覚ディスプレイを設計した。触覚ディスプレイの左側2列では目標ピッチを触覚呈示し、右側2列では盲ろう者自身の音声ピッチ周波数に対応して触覚呈示する。目標ピッチ側、盲ろう者側ともに同一行の2列分が同時に振動する。行方向には刺激ピンが16行あるが、1つの刺激ピンが半音に対応している。目標ピッチの振動と自分の音声ピッチ周波数の振動位置が同一行になった場合に目標ピッチに対して音声ピッチが一致したということになる。

これまでに得られた知見

これまでの研究では、まず始めに開発したシステムの有効性を確認した。この結果から、図-1に示



図-3 「かえるの合唱」の楽譜



図-4 「チューリップ」の楽譜

した新たに本システムのために設計した触覚ディスプレイを用いて、ユーザが音声ピッチをある程度の正確さをもって調節可能であることが分かった。

次に、中途失聴の盲ろう被験者による本システムを用いた歌唱訓練を行った⁴⁾。この研究では、図-3に示したメロディが継時的に変化する課題曲（「かえるの合唱」と、図-4に示したメロディが非継時的に変化する課題曲（「チューリップ」とで歌唱訓練を行った。2名の盲ろう被験者で、始めに「かえるの合唱」を2回、次に「チューリップ」を2回の計4回の訓練を行い、訓練の最後に歌唱時のデータを計測した。その結果の一部を図-5と図-6に示した。図-5は、被験者Aの「かえるの合唱」の計測データを示している。横軸は図-3で示した「かえるの合唱」の各音符で、縦軸は音声ピッチでド（C3）を基準としたセント値^{☆1}である。各音符についての目標ピッチ（target pitch）と音声ピッチ（pitch of subject）を表示しているが、目標ピッチと被験者のピッチの差が少ないほど音声ピッチがより正確である。図-6は被験者Aの「チューリップ」の計測データを示している。横軸は図-4で示した「チューリップ」の各音符である。目標ピッチと音声ピッチとの差の絶対値をピッチ差と定義したときの「かえるの合唱」におけるピッチ差の全平均は110.9 [cent] (SD: 79.1)であった。「チューリップ」におけるピッチ差の全平均は109.9 [cent] (SD: 79.0)であった。なお、このピッチ差は音楽の訓練を受けていない成人健聴者、あるいは健聴幼児と同程度の値である。また、「かえるの合唱」に比べ「チ

☆1 セントは、ある周波数を基準としたときの音程を物理的に規定する単位である。セント = $1200 \log_2(\text{ピッチ周波数} / \text{基準周波数})$ となる。12平均律では、1オクターブは1200セントとなり、半音は100セントとなる。

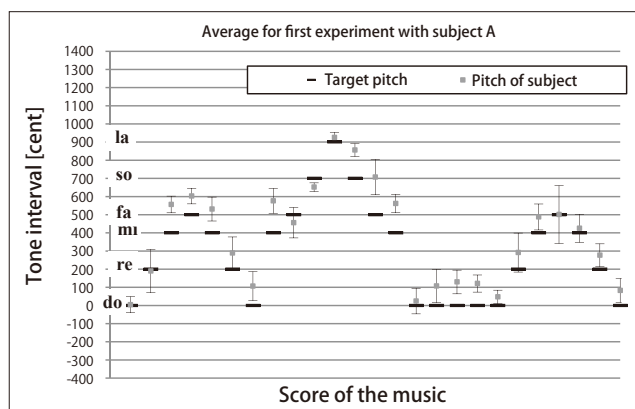


図-5 被験者Aの「かえるの合唱」の1回目の平均

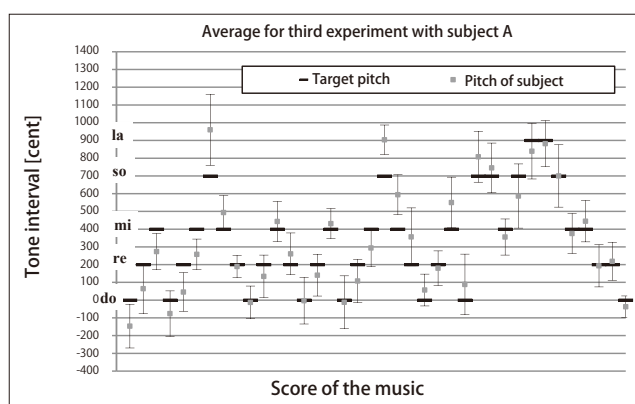


図-6 被験者Aの「チューリップ」の3回目の平均

ューリップ」は非継時的にメロディが変化するので、当初は「チューリップ」の方がピッチ差が大きくなると予想していたが、実際には同程度であった。

この理由としては、喉頭筋群における固有感覚フィードバックの関与が考えられる。健聴者は日ごろから自身の声の高さを聴覚フィードバックにより知覚し、音声ピッチと喉頭筋群の調節の度合いとの対応関係を形成し、その固有感覚フィードバックを保持している。一度発した歌声は修正できないので、音声ピッチを保って歌うことのできる一般的に歌がうまいといわれている人は、音声ピッチと固有感覚フィードバックの対応の精度が高いために正確な音声ピッチで歌うことが可能であると言い換えることができる。

先のピアノを演奏する中途盲ろう者が、失聴後1カ月程度は歌うことができていたということは、聞こえていたときの音声ピッチと固有感覚フィードバックとの対応が保持されていたためと考えら

れる。本システムは、失聴後に失ってしまった音声ピッチと固有感覚フィードバックとの対応関係を触覚フィードバックにより再構築し、音声ピッチが目標ピッチから外れていないかを触覚でモニタしながら歌い、目標ピッチからずれていた場合はそれを修正しながら歌唱していると考えられる。

これまで述べたように、本システムを用いることにより、中途失聴の盲ろう者の歌唱を支援するめどはついてきたが、音声ピッチを調節した経験のない先天的聴覚障害への対応は今後の課題となっている。

今後の課題

健聴者の音声ピッチの正確性は幼児のころから成長に伴って高まってくる。逆に、先天的に聴覚障害を持つ場合はこのような発達の段階を経ないままに成長する。したがって、生まれて初めて自身の音声ピッチを本システムで呈示されても、思うように調節できない場合が少なくないと考えられる。本システムを先天的聴覚障害の盲ろう者に試していただいたことがあるが、音声ピッチをある高さで一定に維

持したり、変化させたりすることができなかったために、データの計測を中止したことがある。先天的聴覚障害者の音声ピッチ調節能力の獲得に関しては、関連する研究がほとんど見受けられないが、今後はこの課題についても取り組んでいく所存である。

参考文献

- 1) 坂尻正次：盲ろう者のコミュニケーションと福祉用具の活用，高齢・障害者のための福祉用具活用の実務（追録第 32～36号），第一法規，pp.309-313 (2003).
- 2) 伊福部達：音の福祉工学，コロナ社 (1997).
- 3) Darrow, A. : The Effect of Vibrotactile Stimuli Via the SOMATRON on the Identification of Pitch Change by Hearing Impaired Children, Journal of Music Therapy, Vol.29, No.2, pp.103-112 (1992).
- 4) Sakajiri, M., Miyoshi, S., Nakamura, K., Fukushima, S. and Ifukube, T. : Accuracy of Voice Pitch Control in Singing Using Tactile Voice Pitch Feedback Display, 2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp.4201-4206 (2013).

(2015年11月10日受付)

坂尻正次 | sakajiri@cs.k.tsukuba-tech.ac.jp

1993年北海道大学大学院工学研究科修士課程修了。障害者職業総合センターなどを経て、現在、筑波技術大学保健科学部情報システム学科教授。視覚障害学生の情報教育と盲ろう者・視覚障害者用支援機器の研究開発に従事。博士（工学）。

