

## 聴覚障害児の発音指導のための ICT プログラムの作成

慶應義塾大学政策・メディア研究科（今井むつみ研究室）

木村淳子

### 1. はじめに

先天性の聴覚障害があると、周囲の音声や自分の発音が聴きとりづらくなる。そのため、発音が不明瞭になりやすい。この問題を解決するために、古くから聾学校（聴覚特別支援学校）や、難聴学級では、発音指導が行われてきた。

しかし、従来の発音指導は、以下の2つの問題があった。

- ・担当者の熟練の経験に頼った指導が行われており、指導技術の継承がほとんどなされていないこと。

- ・発音の正誤を難聴者自身が判断することが難しく、指導者が正誤をフィードバックすることになる。このため、発音指導が終了すると、発音が崩れやすいこと。

上記の問題を解決するために、発音の結果が視覚的に示される ICT プログラムの作成を行った。

### 2. 開発プログラムについて

聴覚障害児にとって発音が困難である無声歯茎摩擦音・無声硬口蓋摩擦音（サ行・チツ音）の検出ができるプログラムを開発した。サ行音やチツ音は、聴覚障害があると、耳から入りにくい音である。また構音方法が難しい音である。このため、サ行が発音できない聴覚障害児は多い。また、サ行音・チツ音は、日本語で多く用いられる音であり、サ行・チツ音が明瞭に発音できるようになると、発話の明瞭性が増し、コミュニケーションの改善が期待できる。このため、聴覚障害児自身にとっても、明瞭に発音できるようになると、その効果が実感されやすい。そこで今回はサ行音の練習及び定着を目的として ICT プログラムの開発を行うことにした。

### 3. ICT プログラムの概要

三輪（2007）を参考に、ゼロクロス分析を応用して ICT プログラムの開発を行った。C 言語を用いて開発した。画面の開発は木村が、プログラム開発は、川村新（大阪大学）が行った。無声歯茎摩擦音・無声硬口蓋摩擦音は、差分ゼロクロスを用いることにより検出した。これによって、高速に反応することができ、語中の歯茎摩擦音・硬口蓋摩擦

音を検出できるようになった。

このプログラムは、歯茎摩擦音・硬口蓋摩擦音を検出されると、その強さに応じて、画面のバーが右端まで動く。画面はシンプルなものとした。聴覚障害児は、健聴児では影響されない小さな視覚情報でも、注意をそらしてしまうことが多いため、余分な視覚的情報を排除することを目的とした。レベル調整ボタンをつけ、難易度の調節ができるようにした。聴覚障がい児教育における発音指導では、無声子音は伝統的に青で表示し、視覚的に分かりやすくなるよう配慮している。今回作成する ICT プログラムも、その伝統に従い、青を基調として作成した。Figure1 に、サ行練習ソフトの画面の初期画面を示す。

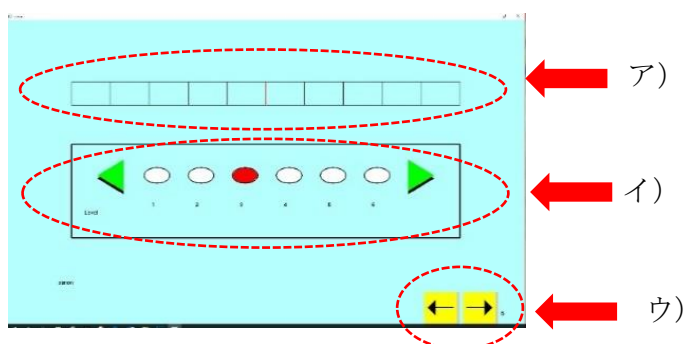


Figure 1 初期画面

ア) 摩擦音を検出して、強さによって青くなる部分。摩擦音が強い程、右までバーが動き、青の濃さも増す。

イ) レベル調整。右に行くほど難易度が増す。

ウ) 入力パワーの設定。設定した以上の大きさの音が入ってきたときに、摩擦音を検出する。

10段階の設定になっている。「話していないときに、バーが動かない一番い値」を目安に設定する。

Figure2 は、歯茎摩擦音・硬口蓋摩擦音反応時である。

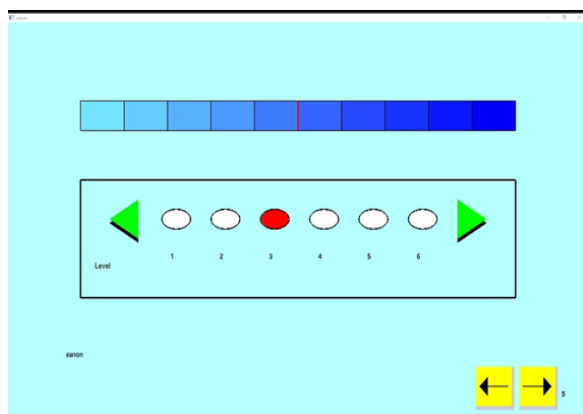


Figure 2 摩擦音反応時

## 4. 使用パソコンについて

タブレットとしても使用できるノート PC にインストールして使用した。発音学習中は、常に ICT プログラムを立ち上げ、児童の近くに置くようにした。使用中は、キーボードを裏面に回して児童の手に触れないようにした。使用の様子を Figure3 に示す。

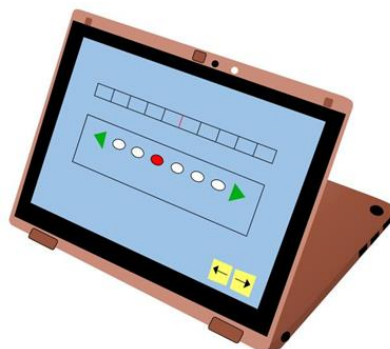


Figure3 ノート PC での使用

## 5. 使用の様子

作成した ICT プログラムを用いて、実際に指導を行い、レベルなどの微調整を行った。使用をはじめた当初は、数人の児童が大きな声を出して反応を確かめていたが、ICT プログラムが s//c/ にしか反応しないため、すぐに学習に集中することができるようになった。その後はほぼ全員の児童が、ICT プログラムの画面を理解し、適切に扱うことができていた。PC 本体に手を出そうとする児童はほとんどいなかった。

## 6. 指導例

### (1) 偶発学習をねらいとした学習

発音学習時に、常にプログラムをオンにするようにした。これによって、偶発的に発音できたサ行を視覚でとらえて、強化することができるようになった。児童によっては、一度バーが動かせるようになると、何度も「シ」や「ス」を言ってみて、楽しんでいる様子が観察された。児童の発音の実態に応じて、担当者も「どうやったらバーが動くの？」などと問いかけたり、発音記号を示して「これは/s/だよ」「これは/c/だよ」と知らせたりするようにした。

### (2) 発音要領の学習（子音）

#### ① /c//s/の発音要領を習得している児童の場合

すでに/c//s/の発音要領を習得している児童の場合には、ICT プログラムで随時確認をしながら学習活動を展開した。担当者と児童が交互に/s/あるいは/c/の子音部の発音をして、ICT プログラムのバーが動くことを確認してから、歯列模型とスポンジ製の舌（自作）を用いて、ICT プログラムが動くときの舌位置や、舌に息が当たる場所（/s/は舌先、/c/は/s/に比べてやや奥）、息の温度（/c/は/c/と比較して冷たい）、息の出る角度（/c/は/s/よりも下向きに息が出る）について確認した。

## ② /c//s/の発音要領を未修得の児童の場合

/s/は従来から用いられてきたストローを使用する指導法を中心に行った。10～15センチ程度に切ったストローを舌先と上歯で挟ませ、ストローから息を出す練習を行った。最初は、コップに水を入れ、水の表面近くにストローの先を入れて水を泡立たせる練習を行った。次に、手のひらをストローの先で息が出ることを確認し、徐々にストローの長さがを短くしていった。この段階になると、ストローを抜きながら息を出すと、ICTプログラムが反応することが児童自身でも確認できた。最後には、ストローを静かに抜いて同じように息を出せるように練習した。

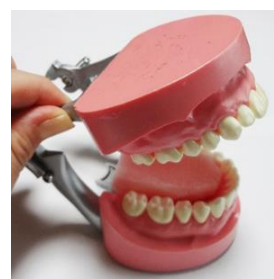


Figure4 歯列模型と舌

/e/は、舌先を下歯につけるくらいまで出し、舌全体を広げた状態で、冷たい息を出させたり、小皿に綿とピンポン球を載せて、小皿の縁を下唇の下に当てて、強く息を出す練習を行ったりした。この練習の過程の中で、ICTプログラムが反応することが多く、その音を強化していった。

## ③ 後続母音の結合

子音が安定した段階で、母音との結合をはかった。発音棒（青と赤で塗り分けた棒）で子音から母音にわたるタイミングを指で示し、/s://u:/ /s://a:/など、子音から母音につなげて「サ」「ス」「セ」「ソ」あるいは「シ」の単音を言える様に練習した。後続母音のときには、



Figure5 発音棒と発音記号を使用した学習

「ICTプログラムが反応しないこと」も大切であることを確認するようにした。

## ④ 無意味音節での練習

母音を先行させたり（「アサ、イシ、ウス…」など）、ハ行と組み合わせたり（「ハサ、ヒシ、フス…」など）して、無意味音の連続の中で確実に言うことができるように練習した。随時、ICTプログラムを用いて、サ行の発音のときに基準（中央の赤い線）を越えていることを確認した。

#### ⑤ 語句・文レベルでの練習

サ行が含まれていることばを表した絵（さかな、ポストなど）を見て、絵に合うことばを言い、そのことばを使って文を作る練習を行った。このとき、「ICTプログラムのバーが何回動いたか」を、担当者が言ったときと児童が言ったときに互いに確認しあい、サ行を意識しながら発音する練習を行うようにした。

#### ⑥ 詩やうたでの練習

サ行のまとめの練習として、サ行の発音がたくさん含まれている詩を練習し、暗唱してからビデオに撮り、自分で見返す機会をとるようにした。このとき、児童によってはICTプログラムをTVの前に持ってきて、自分のサ行が明瞭に出ているか、確認することもあった。

#### ⑦ 母音無声化の学習

シ、スは、後続する音が無声子音であるときに、母音が無声化することがある。聴覚障がい児にとっては、母音無声化したサ行は耳からとらえにくい。「～しました」を「～しまった」と発音する聴覚障がい児が少なくないのは、このためである。母音無声化の指導については、聴覚で聴きわけが可能な児童に対しては母音無声化したサ行が入ったことば（「ポスト」など）を言い、母音無声化させないで言った場合との違いを考えさせた。「(母音無声化の場合は) サ行を小さな声で言っている」と言う児童が少なくなかった。このときには、ICTプログラムを見ながら発音し、「声は出ていないけれど、サ行の息は出ている」ことを確認するようにした。

#### ⑧ 聴覚活用との関連

舌位置の確認、息の温度や息が出る角度についてこまめに確認しつつ、ICTプログラムで自己フィードバックしながら練習することで、サ行の発音の正誤の判断を聴覚活用で行なうことができるようになった児童が少なからずいた。具体的には、練習の初期には、比較的サ行を明瞭に発音することができていても、正誤のフィードバックは難しかった児童（5年生）が、練習が進んでいくと自分で言い直すことができるようになったケースがあった。また、担当者の正誤も聴きわけ、文や会話でも「今のサ行の息は少し弱かったと思う」など自分から指摘するなど、文・会話レベルでの般化も見られた。

## 7. チツ音、ザ行での活用

ICTプログラムはサ行だけでなく、チツ音（無声破擦音）、ザ行（有声摩擦音あるいは有声破擦音）にも含まれる。これらの音の学習にも、ICTプログラムを以下のように活用した。

### (1) チツ音の学習

タ行は、前舌で息を破裂させ、後続母音をつなげるタテト音と、前舌で息を破裂させ、息を摩擦させてから後続母音をつなげるチツ音に分かれる。チツ音の学習については、以下のように行った。

① タテト音との違いを意識させる  
 タテト音の学習時にプリント  
 (Figure6) を示し、「タテト」しか  
 ないこと(チツがないこと)を確認  
 し、その理由を児童に考えさせた。  
 その後、チツ音がすでに言える児童  
 に対しては「タチツテト」と続けて  
 言わせ、チ、ツで ICT プログラムが  
 反応することを確かめさせた。まだ  
 チツ音が発音できない児童の場合  
 には、担当が言ってみせて「タテト」  
 と「チツ」が違う発音要領であるこ  
 とを意識させるようにした。

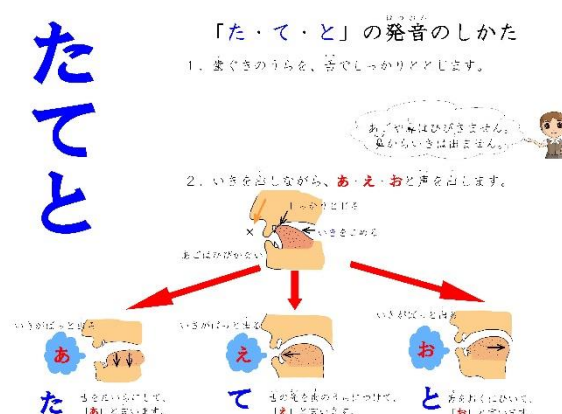


Figure 6 タテト音発音要領のプリント

② チツ音の指導

チツ音が発音できる児童に対しては、サ行と同様に、ICT プログラムを自己フィードバックの手段として用いながら学習を進めた。特に人工内耳装用児では、「ツ」が「チュ」になりやすい傾向があった。この場合には、ツの前にウを先行させて、「ウーツー」と鏡を見ながら言わせて、口形が動かないように、「ツ」のときには舌先に息が当たることを確認するようにした。

③ ザ行音の学習

聴覚障がい児にとって、ザ行音は難発音であり、明瞭度が低くなりやすい(木村, 2015 など)。ICT プログラムのレベルを下げて、歯茎摩擦音・硬口蓋摩擦音が少なくても反応するように調整し、片手を口の前・片手を胸やのどに当てて息と声が出ると同時に確認しながらザズゼゾの子音 (/z/)、ジの子音 (/z/) を練習した。発音の要領がつかめると自分で何度も練習する様子が見られた。聴覚障がい重度で、ザ行がサ行になる児童(高学年)は、この練習で「ザ行の言い方が分かった」と喜び、保護者にもザ行の言い方を説明する様子が見られた。

ザ行の有声摩擦の発音要領(息と声を同時に出す)ことを視覚でも示すために、Figure7 のような発音棒を使用した。



Figure7 発音棒(有声摩擦音の練習に使用)

#### ④ 歯茎摩擦音・硬口蓋摩擦音以外の活用

児童によっては、「ヒ」を「シ」に言い誤っていることがある。この場合には、「ヒ」の舌位置（舌先は歯から小指一本分くらい下げる）や「ヒ」の温度感覚（「シ」よりも温かい）ことを確認した後、定着のために「ICTプログラムが青く光らないように」発音する練習をするようにした。この練習は、連続音での練習（「ハサラ、ヒシリ…」と続けて言う練習）、語句・文レベルでの練習でも行い、般化をはかった。

## 8. 学習上の効果

### ① 自己フィードバック

ICTプログラムを用いることにより、摩擦音の学習において、聴覚の状況に関わらず、児童は担当に頼らず正誤のフィードバックをすることができるようになった。摩擦音がうまく産生できないときにも、産生できていないことが視覚ではっきりと示されるため、自分でいろいろと工夫して発音しようとする姿が見られた。担当は、その様子を見守りながら、児童一人一人の発音の状態に合った助言（舌位置、息の当たり方）をするようにした。

### ② モチベーションの維持

ICTプログラムを用いることで、児童がうまく発音できなかったとき、児童と担当者が「ともに発音できなかったことを残念がることができる」ようになった。児童は、うまく発音できなかったときに担当者から「違う」と言われることに心理的な嫌悪感を抱きやすい。特に、どの音が正しく、どの音が間違っているかが、自分ではまだ分からない段階のときに、他者から「違う」と言われても、どうして良いか分からず、発音学習を嫌いにさせる要因をつくることにもなりかねない。ICTプログラムが反応しないことで、発音の要領がまだつかめていない児童でも、「うまく言えていない」ことに気づくことができた。そして、担当はその気持ちに共感し、児童と担当で協力し合いながら、ICTプログラムが反応するように工夫しながら発音した。「発音は、これ（ICTプログラム）があるから楽しい」と言った児童（小学部低学年）もいた。

## 9. 発音練習 ICT プログラムの可能性

「チ」「ツ」の摩擦が脱落し、「ティ」「トゥ」に近く聞こえる構音障害児の初回指導において、「ずっと青くしておくことができるかな」と ICT プログラムを示しながら担当が模範を示したところ、自分で工夫しながら発音し、/tɕ//ts/（「チ」「ツ」の子音部分。息だけで発音する）が産生できるようになった事例があった。構音障害があると、聴覚に障がいがなくとも、正しい音と誤り音の区別が難しい場合がある。特に、自分の発音している音の正誤の区別は難しい。本 ICT プログラムを自己フィードバックの手段として使っていく効果は高いと考えられる。

## 10. プログラムの配布

本プログラムは、日本教育オーディオロジー上級講座で紹介し、希望する学校・施設に配布した。発音要領を獲得できていない段階で使用すると、逆効果になる可能性があることから、使用上の注意点も合わせて伝え、担当者が子どもの状況をよく見きわめて使用することを条件に配付している。

使用した学校からは、「今までは正誤のフィードバックができなかった生徒（高等部）が、正しく言えると青のバーが動く事に気づき、工夫しながら発音することができるようになった」との報告があった。

## 11. 今後の課題

現在の ICT プログラムでは、/e/及び/s/の区別ができない。近年、重度の聴覚障がい児の補聴の方法として、人工内耳が急速に普及している。人工内耳装用児は、/s/が/e/に置換する傾向が顕著に観察される（木村, 2016）。現在、/e/が/s/に置換してしまう場合には、スシ旗（Figure8）を口の前に立てて、旗が揺れる位置を確認したり（/s/の方が/e/よりも上側が揺れる）、手の平で息が当たる場所を確認したりしていく。また、こういった経験を通して、聴覚のフィードバックで正誤を確認させたり、舌のどこに息が当たったかを確認させたりする力を高め、語句・文レベルでも自己フィードバックできるように心がけているが、十分とは言えない。川村・早坂と検討を重ね、今後/s/と/e/の切り分けを行っていく予定である。



Figure 8 スシ旗

## 12. 今後について

聴覚障害児・者の発音の向上を目指し、本 ICT プログラムを含め、今後開発した発音支援 ICT プログラムを広く配布していく予定である。しかし、このようなプログラムは、まだ構音要領が獲得されていない段階で行うと、むしろ逆効果となることもある。従来の発音指導と組み合わせて使うことが有効であり、使う時期を正確に見極める担当者の力が必要と思われる。インターネット上でのプログラムの配布は行わず、申し込み制にして、いつでも情報を共有できる体制を整えていきたいと考えている。



## 引用文献

岡辰夫. たのしいはつおんきょうしつ 1, 発音・発語指導マニュアル 1 清直音. コレール社. 129-150.

木村淳子. 小学部における 100 音節発話明瞭度の傾向. 筑波大学附属聴覚特別支援学校紀要. 第 38 卷 (通巻第 43 卷) . 2016, 20-27

三輪昭生, 福田章一郎, 吉田浩治, 川畑洋昭. ゼロクロス分析を応用した聴覚障がい児用の摩擦音/s/指導システムの開発, IT ヘルスケア第 2 卷 1 号, 2007, 62-65