

言語障害および言語発達遅滞患者に対するネットワーク型 構音訓練システムの開発と臨床研究

—インターネットを介して構音訓練ツールを用いた在宅での言語指導支援の構築—

松浦喜貴, 三河内章子, 河合勝也
(京都大学医学部附属病院 形成外科)

<要 旨>

言語障害および言語発達遅滞患者の言語の訓練の場は、病院を中心とした施設、そして、自宅である。病院では、医師、言語聴覚士が中心となり評価・訓練されるが、自宅での訓練は自己訓練となり、小児の場合は家族の協力が欠かせない。しかしながら、専門的な知識を持たない患児と家族だけで行う練習には限界があり、フィードバックを生かすことができないことも多い。そこで、自宅での訓練、フィードバックの強化のためにタブレット端末を用いた学習を考え、構音システムのアプリを開発した。そして、このタブレットを用いた前向きな研究を開始した。今後は、このシステムの有効性や問題点を確認しながら、さらなる改良・開発を続け、最終的にはインターネットを介した、ネットワーク型の構音システムに発展させたいと考えている。

<キーワード> 言語障害、言語発達遅滞、構音訓練システム、アプリ、フィードバック

【はじめに】

構音障害を有する患者の構音訓練は、病院や福祉施設等に所属する言語聴覚士が行う構音指導と自宅での自己訓練（家庭練習）の繰り返りで成り立つ。言語聴覚士による系統的な構音指導では、目的音の正しい構音点と構音様式を教示し、正しい音の産生を促す。そして、指導された内容を次の受診までに家庭練習で定着させ、それを受けて構音指導は次のステップに進む。小児の場合は、家族と一緒に参加する必要がある。しかしながら、家族からは『家庭練習をしているとき、どれが正しい音かわからなくなる』というような声を聞くこともある。実際に、誤った方法で家庭練習を続けた結果、目的とした構音ではない構音様式を覚えてしまい、再度の修正が必要となる。

形成外科で治療する言語障害を来す疾患の代表として、口唇口蓋裂がある。本邦における口唇口蓋裂患者の出生率は 0.18%とされており¹⁾（幸地, 2007）、手術にて口蓋形成を行っても、術後に 30~50%に構音障害が出現すると言われている²⁾（岡崎, 2011）。そして、当施設においては、31 例中 9 例（29%）に系統的な構音訓練が必要であったと報告している³⁾（三河内, 2017）。しかしながら、施設のみでの構音訓練では不十分であり、自宅での訓練も必要とされる。その場合、家族の協力のもと、構音練習が行われるが、専門的な知識を持たない患児と家族だけで行う練習には限界があり、フィードバックを生かすことができないことも多い。また、近年、インターネッ

ト、タブレット端末の普及により、アプリのダウンロードは日常的に行われるようになった。外国語の習得のためのアプリも多数ある。言語の構音訓練システムを自宅学習用の教材として日常的に取り入れる意義は大きい。そこで、我々は、ネットワーク型の構音システム構築の一段階目として、まず、タブレット端末を用いた構音訓練システムのアプリを考案した。

【アプリの開発】

まず、構音訓練システムのアプリを作るにあたり、各種子音の単音節、単語の構音の見本を録音・録画した。見本は、言語訓練の専門家である言語聴覚士が担当することになった。また、見本は、音声のみならず、音声波形と口腔形態（主に口唇と前舌）の動画を録音・録画した。見本の単音節は、訓練の機会が多いと思われる [e] と [t] を採用し、「し、しゃ、しゅ、しょ」、「た、て、と」の録音・録画を行った。単語については、それぞれの語頭単語、語中単語、語尾単語を5種類導入した。例えば、「し」の場合、「しお、しか、しかく、しっぽ、しーる」、「あしか、あした、うしろ、はしご、むしば」、「いし、うし、はし、おかし、はだし」といった単語である。これらの見本となる単音節および単語の音声波形、口腔形態の動画を参考にして、言語聴覚士による系統的な構音指導の内容をリマインドさせて家庭練習を行うことを目的としている。タブレット端末はアンドロイドの ZenPad10.1 インチを使用することにした。この端末に内蔵されている内向きのカメラを用いて、患児自身の口腔形態の動画を撮影し、録画する。録画時間は10秒間とした。また、音声と音声波形も同様に10秒間、録音・録画ができる。患児の発するものと見本のそれぞれの音

声、音声波形、口腔形態の動きを比較して見直すことも可能である。このシステムの特徴は、聴覚的かつ視覚的に、見本と照らしあわせたフィードバックがいつでもできることである。

【方法】

本システムの利用は、前向きの研究として、京都大学の医の倫理委員会にて承認された。対象は3歳から6歳までの当院に構音指導目的に通院している患者であり、除外基準は精神発達遅滞を伴うもの、鼻咽腔閉鎖機能不全が重度のもの（日本コミュニケーション障害学会の基準で不全のもの）とした。システム利用期間は3ヵ月とし、1ヶ月後、2ヶ月後、3ヶ月後の [e] と [t] の単音節または単語の改善を評価する。同時に、システムで訓練した時間の記録も行う。また、使用後に以下に示すアンケートを実施することにした（図1）。

アプリ使用アンケート

1.それぞれの設問に対して1~5の5段階で回答をお願いいたします。

- ・音声の見本がよかった_____
- ・音波の見本がよかった_____
- ・口の動きの見本がよかった_____
- ・自分の録音機能をよく使用した_____
- ・見本と自分の録音した動画をよく比較した_____
- ・操作がしやすかった_____
- ・自習する時間があつた_____
- ・意欲的に取り組むことができた_____
- ・ことばの改善の手応えが得られた_____

そう思わない | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | そう思う

2.その他、欲しい機能について○をつけてください(いくつでも可)

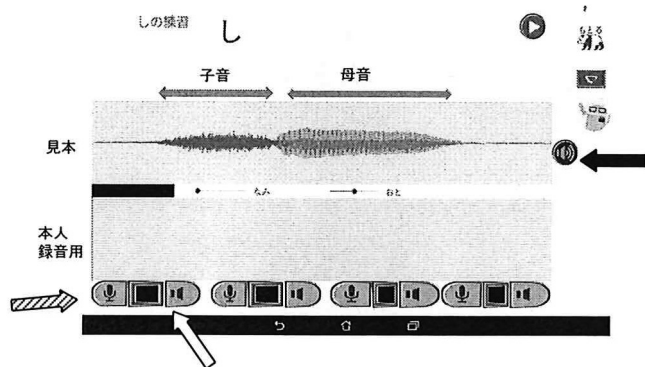
- ・カラオケゲームのような点数表示 _____
- ・単語だけでなく文章での練習 _____
- ・動物の絵やタッチ音などの工夫 _____
- ・ラジオ体操のようなカレンダー機能 _____
- ・スマートホンアプリ化 _____

アンケートへのご協力ありがとうございました。

(図1) アンケート内容

【結果】

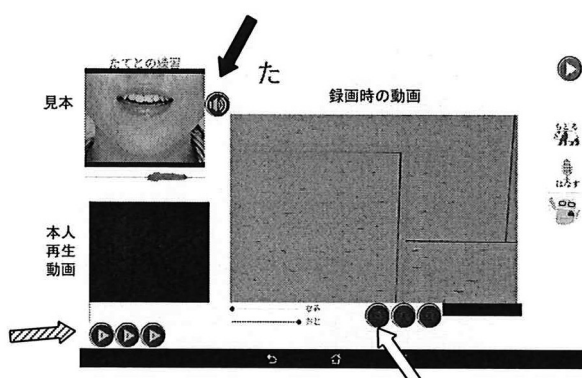
タブレット端末の操作については、できるだけワンタッチでの学習ができるように配慮した。2つの練習機能、すなわち音声・音声波形の画面(図2)と音声・音声波形・口腔形態の動画の画面(図3)を作成した。図2に示すのは、単音節の「し」の音声波形である。見本が上段に示され、患児の録音用は下段である。特徴として前半部分の子音の部分と、後半の母音部分が分かれている。そして訓練の内容は見本と同様な音声と音声波形ができるようになるかどうかである。見本の右側のスピーカー(黒矢印)をタッチすれば録音されている音声と音声波形が流れる。本人の録音は下段のマイク(白矢印)で、再生は下段のスピーカ(斜線矢印)をタッチすれば行うことができる。上段の見本と下段の本人の音声波形を並列で比較することができる。録音・録画は4回まで可能であり、それ以上は上書きで録音・録画ができる。



(図2) 音声と音声波形「し」

図3は「た」の音声・音声波形・口腔形態の動画を表示する画面を示している。画面左上に見本の口腔形態と音声波形が表示されている。スピーカー(黒矢印)をタッチすれば、音声・音声波形・口腔形態の動画が同時に流れる。患児の録画は右下の操作画面で行うことができる。白矢印の部分タッチすれば、タブレット端末に内蔵されてい

るカメラを用いて、10秒間の録画が開始される。左下の再生用の画面で、本人録画を再生することができる。斜線矢印に示す部分をタッチすれば、音声・音声波形・口腔形態の動画が同時に流れる。録画は3回まで可能であり、それ以上は上書きすることができる。そして上段と下段で見本と患児本人のものを容易に比較することができる。



(図3) 音声と音声波形と口腔形態「た」

【考察】

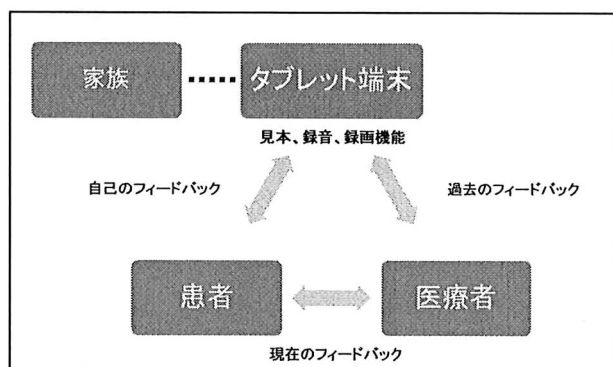
構音は、喉頭よりも上方の器官である咽頭、舌、軟口蓋、口唇、上顎で共鳴・修飾し、調整される。この過程で障害される病態を構音障害と呼ぶ。構音障害は、①器質性構音障害②運動障害性構音障害③機能性構音障害に分けられる。器質性構音障害とは、先天的な奇形や外傷が主因であり、器官の形状異常に基づくもの、運動障害性構音障害とは、神経や筋系の異常に基づくもの、機能性構音障害は、誤った癖や習慣に基づくものとされている⁴⁾(今井, 2015)。今回の研究で対象になっているのは、口蓋裂患者のような器質性構音障害と誤った習慣に基づく機能性構音障害である。

口蓋裂患者は、手術的治療、つまり口蓋形成といった形態的な異常の修復を行っても、構音障害や鼻咽腔閉鎖機能不全といった発話に対する障害が残存し、訓練が必要となる。1986年に Van Demark は、小児口蓋裂患者に対する言語聴覚士による介入研究について報告した⁵⁾(Van Demark, 1986)。現在では、口蓋裂分野における言語訓練

は重要なものとなっている。本格的に行われる系統的な構音訓練は、3才から6才に開始されることが多い⁶⁾ (岡崎, 2011)。当施設の三河内らは、口蓋裂術後の構音について、両唇破裂音[p]が12ヶ月に獲得できても、歯茎破裂音[t]の獲得が遅ければ、歯茎硬口蓋音 [c] 歯茎摩擦音[s] 歯茎破擦音[ts] の獲得も遅れる傾向があることを報告した³⁾ (三河内, 2017)。今回、この報告を参考とし、系統的な構音指導の目的音になることが多いと思われる [c] と [t] を採用した。システムの内容として音声、音声波形、口腔形態の動画を柱とし、単音節、単語の練習がメインとなっている。音声波形は、音声が生じた様子を表したものであり、その波形は縦軸に振幅、横軸に時間経過として示される。母音や子音の違いにより特徴的な音声波形をある程度確認することができる。音の分析を行うには、音声波形を変換させる必要があり、その例として音声スペクトラム、声紋、音声認識などがある。今回は、音声波形のみを使用し、見本の音声のみならず視覚的に音声波形も模倣することを目標として組み込んだ。また、口腔形態の動画により、口唇の動きと舌の動きを確認することができる。見本を参照し、比較することで誤った口唇や舌の動きの修正も可能ではないかと考えている。このシステムの特徴は、聴覚的のみならず音声波形と口腔形態の動きといった視覚的な要素を加えていることである。

また、系統的な構音訓練の成功は、フィードバックの適切さと強化の内容、正しい音を他の文脈に般化できるかどうかにかかると言われている⁶⁾ (岡崎, 2011)。さらに、言語臨床だけよりも親参加型の訓練が子供の言語発達に寄与することが示されてきた^{7,8)} (Pamplona, 2000; Scherer, 2008)。しかしながら、専門的な知識を持たない患児や家族だけでは限界があり、フィードバックが生かせないことも多いと思われる。タブレット端末を用いた構音訓練の特徴として、端末があれば、いつでもどこでも練習が可能であり、見本を参照することで一定レベルの訓練ができる。また、聴覚的（音声）かつ

視覚的（音声波形と口腔形態の動画）フィードバック機能があり、自学自習での構音修正も可能である。従来は、通院などで言語聴覚士が指導した訓練内容を覚えて、自宅での訓練をすることであった。しかし、この過程で何らかの修飾を受ける疑念も残り、通院時と同等な訓練をするのは不可能である。一方、タブレット端末を利用し、見本と比較することで、自己のフィードバックが容易にすぐに行える。さらに医療者は録画された自宅での訓練状況を確認することができ、過去のフィードバックも可能である。さらに、通院での現状を知る現在のフィードバックにもつながり、これらの好循環によりフィードバック強化につながる可能も高い (図4)。



(図4) フィードバックの強化

現在、前向きな研究を始めたところであり、このシステムの有効性は明らかではない。しかしながら、子供の興味をひくものであれば、訓練時間の確保につながる可能性がある。子供の興味をひくにはゲーム性を高めるような工夫も必要であると感じている。また、自宅訓練における家族の負担の軽減もできるかもしれない。従来の自宅での訓練は家族の力量にほぼ委ねられていたが、タブレット端末に見本があることで、一定レベルの質の高い訓練内容をタブレット端末に委ねることができる。

今後、訓練の時間確保や有効性を確認しながら、アンケート調査を参考にし、さらなる改良を行いたいと考えている。

【参考文献】

1. 幸地省子. 本邦における口唇裂口蓋裂の発生頻度と治療評価法の検討 児の QOL を高めるために. 日本口蓋裂学会雑誌. 2007;32(1):1-9.
2. 岡崎恵子, 加藤正子, 北野市子: 口蓋裂の言語臨床 第3版. 75-77, 医学書院, 東京, 2011
3. 三河内章子, 竹内真理子, 益岡弘, 野瀬 謙介, 岸本英明, 河合勝也, 鈴木茂彦. 口蓋裂術後の構音習得と5歳児言語成績. 日本口蓋裂学会雑誌. 2017;42(1):1-6.
4. 今井智子, 生井友紀子, 荻安誠, 永井知代子: 発話障害へのアプローチ 第1版. 1-7, インテルナ出版, 東京, 2015
5. Van Demark DR, Hardin MA. Effectiveness of intensive articulation therapy for children with cleft palate. Cleft Palate J. 1986;23(3):215-24.
6. 岡崎恵子, 加藤正子, 北野市子: 口蓋裂の言語臨床 第3版. 88-91, 医学書院, 東京, 2011
7. Pamplona MC, Ysunza A. Active participation of mothers during speech therapy improved language development of children with cleft palate. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg. 2000;34(3):231-6
8. Scherer NJ, D'Antonio LL, McGahey H. Early intervention for speech impairment in children with cleft palate. Cleft Palate Craniofac J. 2008;45(1):18-31.