

## 論文

# 発音指導支援システム運用における教育・医療・大学・地域支援者の連携の実現 Cooperation of education, medical care, universities and community supporters in operation of Web application system for pronunciation practice support

勝瀬 郁代<sup>1)</sup>  
Ikuyo Masuda-  
Katsuse

白土 浩<sup>2)</sup>  
Hiroshi Shiratsuchi

岡野 亜希子<sup>3)</sup>  
Akiko Okano

堀内 幸造<sup>4)</sup>  
Kozo Horiuchi

## Abstract:

We developed a Web application system for children with pronunciation difficulties to practice pronunciation. The system users are assigned one of the following authorizations: student, teacher, medical worker, or speech evaluator. The teachers, medical workers, and speech evaluators are grouped by the student to whom they are linked and can access exercise records and student speech sounds by the Internet. The teachers can individually tailor practice words to each child's pronunciation needs. The medical workers and speech evaluators confirm the accuracy of the student's pronunciation and can share information with teachers. Thus, our system will encourage students to practice their pronunciation and promote the cooperation of teachers and medical workers for more effective instruction. This system is supported by the system management of the university and by the technological assistance of the local volunteer.

**キーワード**：言語訓練、音声障害、医工教連携

**Key words** : speech training, speech disorders, medical-educational-engineering collaboration

## 1. はじめに

本論文は、平成26年度近畿大学産業理工学部プロジェクトに採択された「発音指導支援システム運用における教育・医療・大学・地域支援者の連携の実現」の成果報告である。本研究は、産業理工学部プロジェクトより前から行われており、平成27年度以降も継続されるものである。産業理工学部プロジェクトでは、一連の研究のうち、主に発音指導システムのWebアプリケーション化に焦点が当てられた。システムのWebアプリケーション化は、単に、スタンドアロンシステムがオンライン化されたというだけでなく、教育機関と外部専門家との連携を促進するという大きな意味を持つ。本論文の2章では、主に言語障害に関する日本の特別支援教育の現状と課題について概観する。3章では、さらに飯塚市の現状について述べる。4章では、情報技術と発音訓練との関係について述べる。5章では、本研究において開発された発音指導支援システムについて紹介する。6章では、福岡県下の教育機関・医療福祉機関において、本システムを用いて実際にどのような連携が行われるのかについて紹介する。

## 2. 言語通級指導教室における特別支援教育の現状と課題

日本の公立小・中学校には、通常の学級に在籍する、比較的軽度の障害がある児童生徒に対して、障害の状態に応じて特別な指導を行うための通級指導教室が設置されており、現在は、言語障害・自閉症・情緒障害・弱視・難聴・学習障害・注意欠陥多動性障害（ADHD）・肢体不自由・病弱・身体虚弱的児童生徒が対象となっている。通級指導教室では、障害の状態の改善や克服を目的として自立活動が行われており、児童は週に一度程度の頻度で通級する。文部科学省のホームページ<sup>1)</sup>によると、平成26年度における通級児童数は83,750名であり、12,259名だった平成5年より毎年急激に増加していることがわかる。平成18年度に学校教育法施行規則の一部が改正され、通級対象となる障害の種類が増やされてからは、言語障害以外の障害児の通級者数が急増している。それでも、平成26年度の障害種別児童生徒数では、言語障害が34,375名で、全通級児童のうちの41.0%を占めている。

言語通級教室では、児童の自立へ向けたさまざまな活動が行われているが、そのうちの一つに「発音訓練」がある。発音訓練の指導者は高い専門性を必要とする。まず、発音誤

1) 近畿大学産業理工学部情報学科 講師 katsuse@fuk.kindai.ac.jp

2) 近畿大学産業理工学部電気通信工学科 准教授 sira@fuk.kindai.ac.jp

3) 近畿大学産業理工学部教養・基礎教育部門 講師 aokano@fuk.kindai.ac.jp

4) 株式会社ぐるり 取締役CTO kozo.horiuchi@gururi.co.jp

りの種類や程度を評価できる“耳”も持たなければならぬ。そして、人間の構音機構を理解し、正しい発音を生み出す構音とはいかなるものかを知っていなければならない。さらに、障害児の構音の誤りを正すには、特殊で高度なノウハウ<sup>2)</sup>が必要である。そもそも、言語通級指導教室に通う児童は言語障害のみを抱えているとは限らない。重度ではないにせよ、知的障害、自閉症、難聴、学習障害、注意欠陥多動性障害などの重複障害があり、言語障害はむしろ二次的であることも少なくない。

福岡県教育センター特別指導教育班へのヒアリングによると、言語指導の専門性が高い教員たちは団塊の世代が多く、その技能が十分に引き継がれないまま、定年を迎えつつある。また、教員は数年単位で異動があり、言語通級指導教室を担当する教員が必ずしも発音指導技術を十分に習得しているとは限らない。ほとんどの教員は、通級指導教室に配置されてから、機会があれば研修会に参加し、自学で指導方法を学んでいるのが現状である。このように、特別支援教育への需要が急激に高まる一方で、教員の専門技術が追いついていないという、大きな課題が存在している。

このような実状を踏まえ、特別支援教育の現場を支援するために、外部から専門家を派遣するか、巡回を行う取り組みが始まっている。例えば、文部科学省は、平成20年度から4ヵ年の事業として、「PT, OT, ST<sup>補)</sup>等の外部専門家を活用した指導方法等の改善に関する実践研究事業<sup>3)</sup>」を実施した。これは特別支援学校における指導方法の改善を狙ったものである。福岡県下においても、一部の自治体では、特別支援学級や通級指導教室に対し、言語聴覚士の派遣や巡回指導による教育支援を行っている。このように、緊急の解決策として外部専門家と教育現場の教員との連携が動き出している。

補) PT: Physical Therapist (理学療法士)

ST: Speech-Language-Hearing Therapist (言語聴覚士)

OT: Occupational Therapist (作業療法士)

### 3. 飯塚市における言語訓練教育の現状

福岡県では、各自治体におおよそ一校ずつ、言語通級指導教室が設置されていることが多いが、飯塚市（およびその周辺の自治体）の小・中学校には、平成27年4月現在、言語通級指導教室が設置されていない。直方市にあった福岡県立直方聾学校は平成27年3月に閉校となり、平成27年4月より直方特別支援学校の聴覚障害教育部門となったが、聾学校の頃から筑豊地域の児童の言語通級指導を受け入れており、この取り組みは継続されている<sup>4)</sup>。裏返せば、飯塚市の児童で、言語通級指導を受けたい場合は、直方特別支援学校の通級指導教室まで通わなければならない。

飯塚市内では、発音指導を行う機関として、平成25年5月、共立病院<sup>5)</sup>に小児リハビリテーション科がオープンした。地域の医療機関からの紹介という形で小児・児童を受け入れている。平成26年8月に共立病院小児リハビリテーション科言語聴覚士を対象にヒアリングを行った。開設されて1年余りであったが、飯塚市内に限らず、筑豊エリア全域からすでに60名を超える小児が言語訓練を受けており、希望者すべてに対応しきれず、待機している小児が出ているとのことであった。

共立病院で療育を受けているのは主に未就学児である。共立病院の療育が始まる前は、福岡市や北九州市の療育センターまで通っていた人もいたが、これらの療育センターでも希望者が多すぎて対応しきれず待機が出ている上、それぞれの市の予算で運営されているため、筑豊地域の小児・児童の受け入れに対して難色を示されていたということであった。

小学校に就学した後も、言語訓練のために共立病院へ通院するには、学校を欠席しなければならない。そこで、就学後は基本的に月に一度の通院とし、児童が在籍する学校側との連絡／調整ヘシフトしているとのことであった。ちなみに、小学校に設置されている言語通級指導教室であれば、通級の時間は出席になる。

このような事情から、共立病院では、児童が就学した学校の教員を対象とした指導方法の研修も行っていた。このように、飯塚の共立病院は、地域の医療機関だけでなく教育機関とも連携して、地域の小児リハビリテーションの中核施設として活躍を始めている。

### 4. 児童の発音訓練に対する、情報技術による支援のあり方

音声処理技術の発展に伴い、情報技術を活用した発音訓練システムの研究開発が行われてきた。もっとも本格的なシステムは、1982年に松下電器産業（現パナソニック）によって開発された発声発語訓練システム<sup>6)</sup>であろう。これは、呼気流や鼻、声帯のセンサーを用いて、児童の発音と教材モデルを比較し、発音のメカニズムを視覚的に表示するものであった。また、「あいちゃんので」というソフトウェア<sup>7)</sup>は、マイクユニットを通して有声音や通鼻音、摩擦音、呼気のレベルをLEDやユニットの振動で表現し、息、声、母音、韻律などの学習プロセスに従って児童が自主的に発音訓練を行うシステムであった。他にもいくつかのソフトウェアが商品化されてきたが、現在、教育現場でかろうじて使用されているのは、S-インジケータと呼ばれる、古くからある無声摩擦音のレベルメータくらいであると聞いている。

なぜ、情報技術を活用したシステムは、教育現場では受け入れられなかったのだろうか。その理由の一つは、発音訓練

はあくまでも教育の一環であることが考えられる。自主的な発音訓練を狙ったシステムには、その教育的要素が欠落、もしくは不足していたのではないだろうか。教育という観点から見れば、単にセンシングして結果を表示すればよいわけではないことは明らかである。情報技術を活用したシステムが教育の代替となるには、恐らく高度な人工知能が必要であろう。C. Frey と M. Osborne<sup>9)</sup> が、さまざまな職業について、今後コンピュータに置き換わるであろう確率を示しているが、療法士や教育関係の職業の確率は大変低く見積もられているように、コンピュータによる代替は簡単なことではないと思われる。

それでは、児童の発音訓練に対して、現時点での情報技術による支援の方法はないのだろうか。我々の先行研究として、芝山<sup>9)</sup>は、発音指導そのものではなく、その後の定着に注目したシステムを開発した。通級指導教室で正しい発音の方法を教えられたとしても、それを定着させるにはその後の繰り返し練習が必要となる。そこで芝山らは、児童が家庭で繰り返し練習するためのシステムを開発したのである。このシステムでは、練習課題を教員が設定できるようにしたこと、通級指導教室での学習内容を練習に反映することができた。他の特徴として、児童のモチベーションを維持するために、システムによる音声評価にはあえて厳密性を求めず、むしろ少々発音誤りは許容するようにしたこと、後日、専門家による構音検査を受けられるように、構音検査用の音声の自動的収録されたことなどがある。平成25年度に、福岡県下の4つの小学校の言語通級指導教室に通う9名の児童を対象に実地試験が行われた<sup>10)12)</sup>。実地試験の期間に、多数の構音検査用音声にシステムに収録されたため、発音の改善過程を観察することができた。表1に、ある被験者の/s/音の改善の様子を示す。

表から、発音の大きな変化は月単位で起こっていることがわかる。つまり、構音検査の結果を訓練内容に反映させるには、頻繁に音声評価をする必要がある。しかしながら、先行研究で開発したシステムは、スタンドアロン型のシステムであったため、言語聴覚士に構音検査を依頼するには、児童が通級指導教室に通学した際に、PC内の音声データをメディアに保存し、それを言語聴覚士に渡して依頼しなければならず、頻繁な音声評価を行うには不便であった。

そこで本研究では、発音練習システムをWebアプリケーション

化し、通級指導教室の先生と医療関係者がインターネットを通じていつでもデータにアクセスできるようにすることで、教育機関と医療機関の連携の推進を図ることを目指した。これは、特別支援教育における外部の専門家の活用を推進する国の施策にも一致するものである。

## 5. 提案システムの構成とユーザ間の相互関係

### 5.1 ユーザ権限の種類と、システム使用における相互関係

本システムは、学校や病院で児童が発音指導を受けていることが前提となっているので、発音指導者側からの申し込みにより、ユーザアカウントが発行される。ユーザには、ID、パスワード、ユーザ権限が与えられる。ユーザ権限は、児童、発音指導者、医療機関の言語聴覚士などの構音検査ができる者（以降、医療従事者とする）、発音評価者の4種である。ユーザは、彼らが関係する児童ごとにグループ分けされる。発音指導者、医療従事者、音声評価者の権限を持つ者は、彼らが属するグループと同じグループに属する児童のデータのみ、アクセスすることができる。図1に、本システムに記録される主なデータと、それらを介したユーザ間の典型的な連携のあり方を示す。この例では、医療従事者が音声評価者としても役割を果たしている。

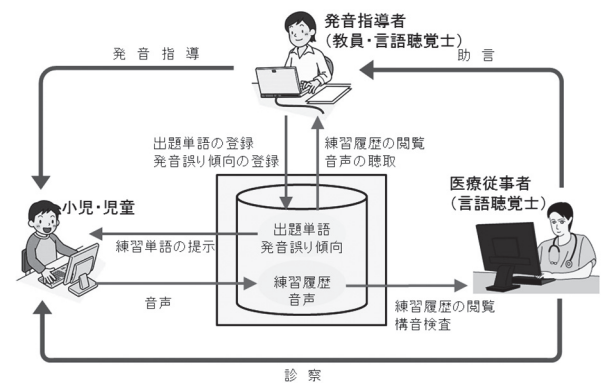


図1 本システムに記録される主なデータと、それらを介したユーザ間の典型的な連携のあり方。

#### ■ 発音指導者（教員または言語聴覚士）

発音指導者は児童の発音指導を行い、児童に、反復練習のための宿題をだす。発音指導者は、児童が本システムを使って練習する際に出題される単語やその発音誤り傾向を登録す

表1 発音指導支援システム<sup>12)</sup>を使用したある児童に見られた発音改善の過程

単語	2013年10月	2013年12月	2014年1月	2014年2月
さかな	/tca/かな	/tca/かな	/ca/かな	/sa/かな（歪み）
そら	/tco/ら	/tco/ら	/co/ら	/so/ら（歪み）
せみ	/te/み	/te/み	/tce/み	/se/み（歪み）
すいか	データなし	/tcu/いか	/cu/いか	/cu/いか
ちいさい	データなし	ちい/tca/い	ちい/tca/い	ちい/sa/い（歪み）



る。図2は、出題単語の設定と、それらに対する発音誤り傾向を登録するための画面である。発音指導者はこのインタフェースを使って、家庭練習期間中でも、必要に応じて出題単語等を随時変更することができる。

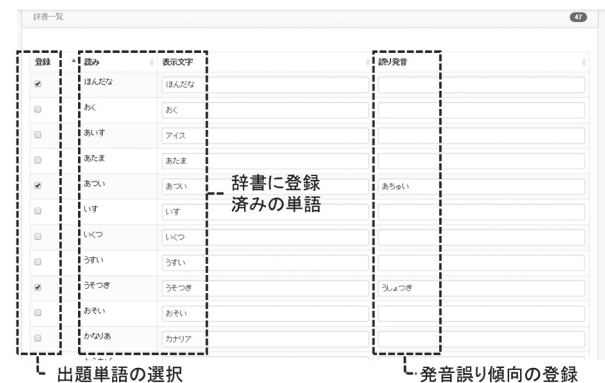


図2 発音指導者による出題単語および発音誤り傾向の登録画面

### ■ 児童

ウェブサイトログイン後、練習画面が提示される。練習画面にはボリューム調整バー、レベルメータ、練習単語を表示するブロック、練習問題操作ボタン(「つぎのもんだい」、「もういちど」、「やめる」)、音声評価結果を示す画像、練習量を示すグラフアニメーションから構成される(図3)。

練習単語の表示ブロックには、練習単語と構音検査単語<sup>14)</sup>がランダムに表示され、児童がそれを読み上げる。音声はサーバーに送られて評価され、評価結果が画面に表示される。練習単語に発音誤り傾向が登録されていた場合は、入力音声と、正しい発音や誤りがちな発音との距離に基づくスコアがアニメーショングラフで表示される。発音誤り傾向が登録されていない場合は、正誤判定のみが行われ、判定結果により「○」または「?」が表示される(図3は、「○」が表示された例である)。また、練習記録と音声データがデータベースに保存される。

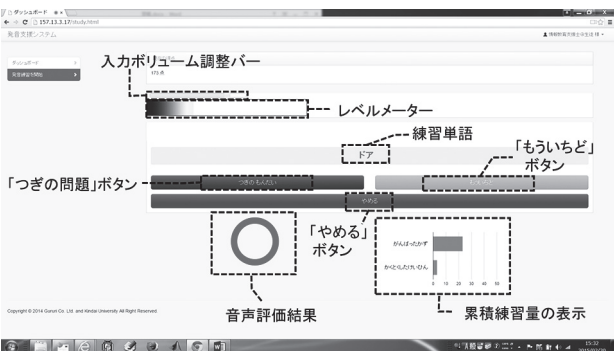


図3 児童の発音練習画面の例

### ■ 医療従事者(主に言語聴覚士)

構音検査用単語の読み上げ音声を聴取し、構音検査を行

う。児童の練習記録も閲覧できる(図4)。これらの結果に基づき、通級指導教室の先生にアドバイスができる。

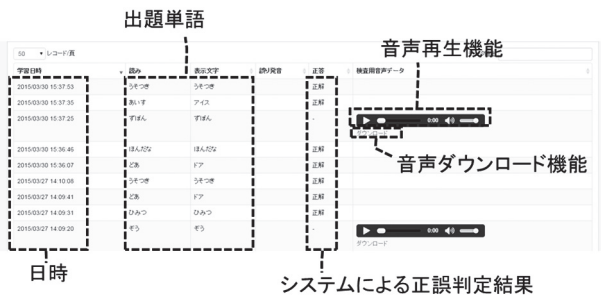


図4 医療従事者権限の画面の一例。担当する児童の練習記録の閲覧と構音検査用音声の聴取ができる。

### ■ 音声評価者(先生や言語聴覚士)

この権限を持つユーザは、児童の特有の発音誤りについて詳細に調べることができる。発音誤り傾向が登録された単語が出題された時の音声システムに録音されており、それらを聴取し、発音の実際について記録をつけることができる。図5は音声を再生して評価をするための画面の一部である。この評価記録はCSVファイルとしてダウンロードできる。

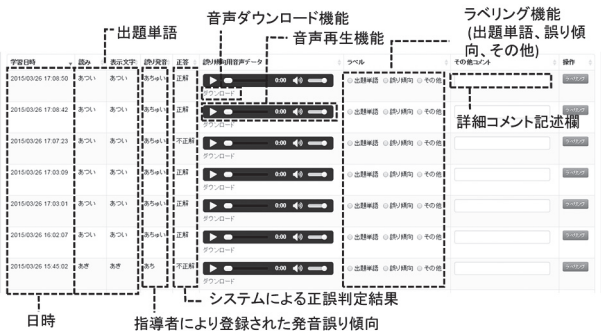


図5 音声評価者権限の画面の一例。発音誤りが登録された練習単語の音声を聴取して発音の状態を記録できる。

## 5.2 システム構成

本システムは、大学内に設置したサーバー内で稼働している。表2にシステムが利用している環境、および開発言語などをまとめる。

表2 本システムの構成

OS	CentOS 6.6
アプリケーションサーバー	GlassFish 4.1
開発言語	Java 7、JavaScript、HTML5
フレームワーク	Java EE 7
データベース	MySQL 5.1
クライアント(Webブラウザ)	Google Chrome

スタンドアロン型システムはJavaアプリケーションとして開発しており、これをWebアプリケーションとして実装した。そして、本システムの各機能を構成する複数のJava

アプリケーションを Web 操作により相互通信させるために REST(Representational State Transfer)に基づいた Web API を実装している。さらに Web ブラウザから必要に応じて JavaScript を利用した非同期通信(Ajax)によってデータを取得している。また、児童の発音練習においては最近の Web ブラウザが標準でサポートする Web Socket と WebRTC (Web Real-Time Communication) API を利用することで、直接サーバーへ音声データを送信する方法を採用している。なお、通信量の低減を図るため、発話練習における入力音声に対して、予め JavaScript の Web Audio API を用いてローパスフィルタをかけ、標準化周波数 16 kHz にダウンサンプリングしている。

サーバーに実装している主な音声処理は、自動音声認識、音韻識別処理、音声区間抽出処理である。

#### ■自動音声認識

自動音声認識エンジンは Sphinx 4<sup>15)</sup> を使い、音声認識結果により、児童の音声の正誤判定を行っている。出題単語に発音誤り傾向が登録されていない場合は、この正誤判定が Web ブラウザへ送信される。

#### ■音韻識別処理

音韻識別処理は、指導者により発音誤り傾向が登録された単語に対し行われる。まず、Sphinx 4 からラベリング結果を取得し、誤りやすいとされている音韻部分の音声を切り出す。正解の音韻と誤りやすいとされた音韻について、Kawahara<sup>16)</sup> が提案した方法に基づき、2 群対判別法による識別を行い、両側確率を求めることで、識別結果にスコアを付与した<sup>10)</sup>。出題単語に発音誤り傾向が登録されていた場合は、このスコアが Web ブラウザへ送信される。なお、児童らによって置換誤りが置きやすく、かつ、河原らの方法では十分な性能がでない /k/, /h/, /f/, /t/ の組については、さらに、子音継続時間長、スペクトル重心、平均 kurtosis を特徴ベクトルとするサポートベクタマシンによる識別を行うことにより、性能の向上を図っている<sup>11)</sup>。

#### ■音声区間抽出処理

音声区間抽出処理は、周期成分と非周期成分の比率に基づき音声終了時を検出する Ishizuka ら<sup>17)</sup> の手法を一部改変して実装した<sup>12)</sup>。

## 6. 関連機関の連携を支援するシステムの運用形態

### 6.1 発音指導支援システム運用における教育・医療・大学・地域支援者の連携

システムを活用した教育機関・医療機関・家庭の連携を推進するには、システムを問題なく運用するための支援が必要である。サーバーの管理や運用は、近畿大学が担い、現場の要望を反映させながら、随時システムの改良を図る。さらに、

ブラウザのトラブル対応など日常的な技術支援を担う支援者が必要である。本研究が実施してきた実地試験では、九州工業大学が養成している情報教育支援士<sup>18)</sup> からなるボランティアグループがその役割を担ってくれている。彼らの多くは技術職を定年退職した方たちで、小学校等で行われる情報技術教育の補助を行うなど、地域で活躍している人材である。公立の小・中学校では、地域のボランティアによる支援が普段から盛んに行われているので、その一環として捉えられている。このように、単に教育機関・医療機関・家庭が連携するだけでなく、その連携を支ええる地域の大学と地域ボランティアがあって、はじめてこのシステムは効果的に運用される。これらの連携の基本的な概念を図 6 に示す。

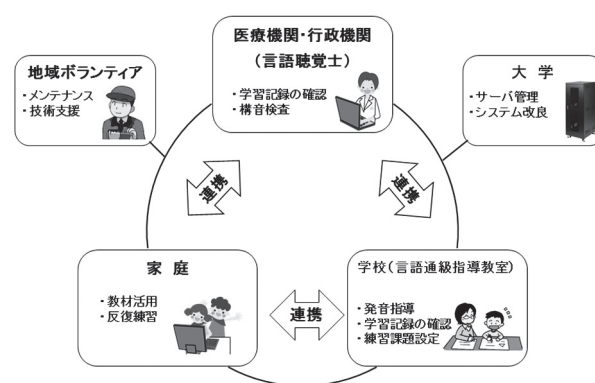


図6 教育機関・医療機関・家庭・大学・地域ボランティアの連携の基本的な概念図

### 6.2 福岡県下の教育・医療機関の連携の形態

平成27年度より、福岡県下のいくつかの教育機関と医療機関において、実地試験を行う計画である。平成27年度の実地試験では、軽度の障害で言語通級指導教室に通う児童だけでなく、医療機関から助言を受けて通常学級で指導を受けている児童や、重度の聴覚障害等を持ち、大学病院で発音指導を受けている児童も対象としている。実験に向けた準備の中で、本システムを介しての連携は、図 6 に示される連携を基本としつつも、それぞれの機関がおかれている状況によって、実にさまざまな連携の形態をとりうるということがわかった。以下に本年度の実地試験で予定されている各機関の連携形態を示す。

（ケース 1）言語通級指導教室内で、発音指導と音声評価（構音検査）を行うケース

言語通級指導教室内に言語聴覚士等の専門家が在籍しているケースである。図 7 のような連携スタイルとなる。

（ケース 2）病院の耳鼻咽喉科内で、発音指導と音声評価（構音検査）を行うケース

通院という形で、言語指導を受けるケースである。就学

前後の小児・児童が多い。図8のような連携スタイルとなる。

(ケース3) ある小学校の言語通級指導教室で発音指導を行う。別の小学校の言語通級指導教室の専門性の高い教員が遠隔で音声評価等を行い、定期的に会議を開いて発音指導に関する助言を行う。図9のような連携スタイルとなる。

(ケース4) 言語通級指導教室で発音指導を行う。外部の言語聴覚士が遠隔で音声評価等を行い、随時、発音指導に関する助言を行う。図9のような連携スタイルとなる。

(ケース5) 児童が通う通常学級内で発音指導を行う。児童のかかりつけの医療機関に属する言語聴覚士が遠隔で音声評価等を行い、随時、発音指導に関する助言を行う。図9のような連携スタイルとなる。

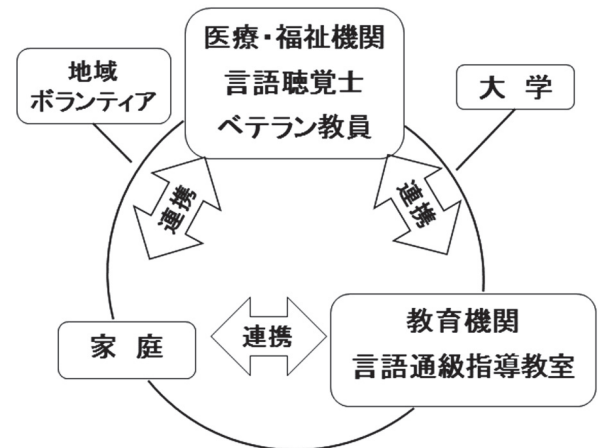


図9 ケース3, 4, 5の連携スタイル。発音指導は言語通級指導教室といった教育機関で行うが、外部の医療・福祉機関、行政機関の言語聴覚士や、他校のベテラン教員が発音指導の支援を行う。

## 7. おわりに

本研究では、正しい発音が困難な小児・児童が、発音指導者の管理下で、発音を反復練習するためのWebアプリケーションを開発した。システムユーザは、児童・発音指導者・医療従事者・音声評価者のうちのいずれか（もしくは複数の）権限が与えられる。発音指導者・医療従事者・音声評価者は、彼らが関係する児童ごとにグループ化され、その児童に関するデータのみ、インターネットを通じてアクセスできる。発音指導者は、児童の発音の状態に応じて、訓練する単語やその発音誤り傾向を設定・登録できる。医療従事者や音声評価者は、児童の発音の状態を評価し、発音指導者と情報を共有し、助言を与えることができる。本システムは、このように、教育機関と医療・福祉機関の連携を促進するものであり、特別支援教育における外部専門家の活用を推進する文部科学省の方針に一致するものである。さらに、福岡県下の教育・医療機関においては、本システムを使い、実にさまざまな形の連携を実現できることがわかった。そして、システムを管理する大学と、各機関に対し日常的な技術支援を担う地域のボランティアが本システムの運用を支えているのである。このように、本研究では、発音指導支援システムを開発し、その運用を通じて、教育・医療・大学・地域支援者の連携を実現した。

## 8. 謝辞

多くの機関のご協力がなければ、本研究は遂行できなかった。久留米市立金丸小学校、春日市立春日小学校、大野城市立大野北小学校、大野城市立月の浦小学校、古賀市立古賀東小学校、古賀市立舞の里小学校、宗像市立自由ヶ丘小学校、飯塚市立若菜小学校、福岡県立久留米聴覚特別支援学校、福岡県立福岡聴覚特別支援学校、福岡県立直方聾学校（現直方

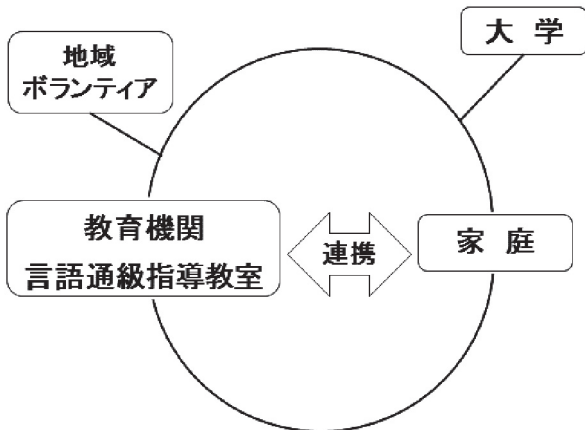


図7 ケース1の連携スタイル。言語通級指導教室に、言語聴覚士などの専門家が配置されている。

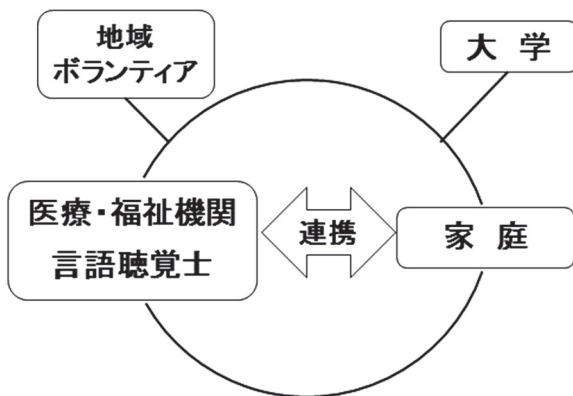


図8 ケース2の連携スタイル。言語聴覚士などの専門家のいる医療・福祉機関が直接指導を行っている。



特別支援学校)、福岡県教育センター、福岡大学病院、医療法人社団親和会共立病院の先生方・児童の皆様に感謝する。また、国際医療福祉大学 平島ユイ子先生、九州大学 白石君男先生には多くのご助言とご協力を頂いた。なにより、九州工業大学情報教育支援士の皆様の強力なご支援がなければ本システムの運用はありえなかった。ここに感謝する。

本研究は、JSPS 科研費(25350692)、平成25年度飯塚市大学支援補助金、平成26年度近畿大学産業理工学部プロジェクトによる助成を受けた。

## 参考文献

- 1) 文部科学省ホームページ 平成26年度通級による指導実施状況調査結果：  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/tokubetu/material/\\_icsFiles/afieldfile/2015/03/27/1356210.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/material/_icsFiles/afieldfile/2015/03/27/1356210.pdf)
- 2) 柳生浩著, 絵を見て教える、やさしい発音・発語指導(上)(中)(下), 湘南出版, 2003.
- 3) 文部科学省ホームページ PT、OT、ST等の外部専門家を活用した指導方法等の改善に関する実践研究事業(新規): [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/hyouka/kekka/07110104/002/012.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/hyouka/kekka/07110104/002/012.pdf)
- 4) 福岡県立直方特別支援学校ホームページ: <http://nogata-ss.fku.ed.jp/Default2.aspx>
- 5) 共立病院ホームページ: <http://f-shinwakai.or.jp/kyoritsu>
- 6) 野々村英一, “聴覚障害等で言葉の不自由な人のための「発声発語訓練システム」”, 工業技術, Vol.31 No.11 pp.42-46, 1990.
- 7) 中村敬和, “聴覚障害児用 発音練習支援システム「あいちゃんので」” 情報処理学会研究報告(SLP) 音声言語情報処理(IPSJ SIG Notes) 99(14) pp.57-58, 1999.
- 8) C. Frey and M. Osborne, “The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs To Computerisation?,” Published September 2013 by Oxford University Programme on the Impacts of Future Technology, 2013
- 9) 芝山聡美, 勝瀬郁代, “学習段階に合わせて調整できる聴覚障がい児のための発音練習支援ソフトウェアの開発,” 近畿大学産業理工学部研究報告, 15, pp.21 - 27, 2011.
- 10) 勝瀬郁代, 白石君男, 小山博幸, 平島ユイ子, “聴覚障害・構音障害児童のための発音指導支援システム,” 信学技報, IEICE-SP2013-38 / IEICE-WIT2013-8, 2013.
- 11) 勝瀬郁代, 白石君男, 小山博幸, 平島ユイ子, “聴覚・言語・構音などに障害がある児童のための発音指導支援システム—音声評価方法と実地実験の概要—,” 日本音響学会2014年春季研究発表会予稿集, 3-4-8, 2014.
- 12) 勝瀬郁代, 白石君男, 小山博幸, 平島ユイ子, 飯田阿希奈, 松山秋絵, 藤平晴奈, “聴覚・言語・構音などに障害がある児童のための発音指導支援システム～言語通級学級に通う児童を対象とした実地試験,” 日本音響学会2014年秋季研究発表会予稿集, 3-Q-45, 2014.
- 13) Ikuyo Masuda-Katsuse, “Pronunciation Practice Support System for Children who Have Difficulty Correctly Pronouncing Words,” in INTERSPEECH 2014 Proceedings, pp.2144-2145, 2014.
- 14) 構音臨床研究会編、新版 構音検査、千葉テストセンター、2010.
- 15) Sphinx-4, A speech recognizer written entirely in the Java™ -programming language: <http://cmusphinx.sourceforge.net/sphinx4>
- 16) Kawahara, T., et al., “Speaker-independent Consonant Recognition by Integrating Discriminant Analysis and HMM”, STUDIA PHONOLOGIA XXIII, 33-43, 1989.
- 17) K. Ishizuka, T. Nakatani, M. Fujimoto, and N. Miyazaki, “Noise robust voice activity detection based on periodic to aperiodic component ratio,” Speech Communication, 52, 41-60, 2010.
- 18) 九州工業大学情報教育支援士養成講座: <http://www.josi.kyutech.ac.jp>