

平成 21 年 6 月 28 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18520474
 研究課題名（和文） 音声骨伝導の fMRI による解析と聴覚障害者英語教育における CALL への活用
 研究課題名（英文） Analyses on Bone-Conduction by fMRI and Application of CALL to the English Learning of the Auditory-Disabled
 研究代表者
 鈴木 薫（SUZUKI KAORU）
 名古屋学芸大学短期大学部・准教授
 研究者番号：20221319

研究成果の概要：聴覚障害者の英語教育について 3 つの側面から調査を実施した。①音を振動に変換する装置である体感音響システムを、CALL（Computer Assisted Language Learning）と組み合わせて利用することで情報保障を強化し、聴覚障害者の英語音声習得を促進するケースをいくつか見出すことができた。②聴覚障害者 2 名を対象として、音声や骨伝導スピーカーによる振動について、fMRI（functional Magnetic Resonance Imaging：機能的磁気共鳴画像）による解析を行った。③カナダ・タイ・中国の聾学校を視察し、教育現場の現状について調査した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,400,000	0	1,400,000
2007年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	600,000	4,000,000

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：言語学・外国語教育

キーワード：英語教育・CALL・体感音響システム・音声分析・聴覚障害・聾学校・fMRI

1. 研究開始当初の背景

聴覚障害者にとって英語学習は多くの困難を伴う。聾学校では、人工内耳の普及や補聴器の技術向上によって、ある程度聴こえる状態が良くなっている生徒が多くなってきているが、聴力や障害の状況が個々の生徒で様々であるので、通常の授業形式ではあまり成果が見受けられない。さらに、特別支援教育制度により、従来、盲・聾・養に分離していた多種多様な障害者を同一教育機関で教育する方向へと社会状況が変化している中で、個々の生徒の障害の種類や程度に即した

教育の提供が求められる。

手話や指文字による情報保障は音声とは隔たりがあり、言語の残存能力開発のための直接的な手段とは断言できない。抽象的思考能力を伸ばすための高度な読解力を身につけるためには、音声に関連付けた文字のインプットが重要である。英語は表音文字であるアルファベットにより語が形成されているので音声と意味との関りが深く、さらに強弱リズムやイントネーションによって意味が変化するので、そのような音声情報を何らかの形で内在化させる必要がある。

障害の程度が様々であっても、それぞれに最適な教育を提供する個別対応型教育システムを構築することが、この問題の解決策となる。これまでの聴覚障害者を対象とした体感音響システムを利用した調査実験では、聴覚障害者が健聴者と同等またはそれ以上の音調核認識ができるケースがあった。振動情報を体の感覚で脳に伝え、パソコンの画面から大量に視覚情報をインプットすることで、言語習得を促すことを試みる必要があった。

さらに、平成 16-17 年度科学研究費補助金（基盤研究 C）・研究課題番号 16520370・研究課題「聴覚障害学生の音声分析と体感音響システムを活用した ASL の習得に関する研究」で実施した体感音響システムに関する調査の中には、継続的な研究を必要とするものがいくつかあった。

2. 研究の目的

個別学習に適した CALL (Computer Assisted Language Learning) と体感音響システムを利用して情報保障をする英語教育システムを構築し、実験調査・fMRI による分析・実態調査を行い、有効性を明らかにする。すなわち、以下の 3 つに焦点をあてて研究調査を行い、聴覚障害者英語教育に貢献することを目的としている。

- (1) 聴覚障害者の英語教育における体感音響システムを活用した CALL に関する実験調査
- (2) fMRI を利用した音声骨伝導の解析
- (3) 海外聾学校における英語教育と CALL の利用についての実態調査

3. 研究の方法

以下に前で述べた 3 つの研究調査について、それぞれの研究方法を解説する。

- (1) 体感音響システムを活用した CALL による情報保障について、英語の発話における変化を観察することで、その効果を検証した。聾学校の英語の授業で、パソコンに体感音響システムを接続して、英語音声学習を実施し、変化の様子を記録した。教科書 (VISTA I・VISTA II 三省堂) の音声教材を、音声学習ソフトのソフトテレコ (チエル株式会社) で再生し、体感音響システム (FUTEK FM-112、またはボディソニック社特注) を利用して振動に変換した。句・複合語・文について、学習の事前事後において発話データを収集し、比較分析を行っている。杉スピーチアナライザーによって音声分析を行い、発話全体の長さ・音調核の長さ・音調核の音圧を測定し、t 検定により検証した。学習システムに関して、教員や生徒からの聞き取り調査も実施した。
- (2) 株式会社 ATR-Promotions・脳活動イメージングセンターにて、1.5T の機器を利用して脳のマッピング調査を

実施した。この調査は、平成 20 年度に実施する際に、名古屋学芸大学短期大学部研究倫理委員会と、株式会社 ATR-Promotions fMRI・MEG 研究安全委員会にて審査され、承認を受けている。体感音響システムが fMRI の検査環境での利用が難しいので、代わりに骨伝導スピーカー (アタッチャブルスピーカー・M-PZT-02 型・栄進電機株式会社) による振動を、手の甲から伝える実験を行った。2 語 (句・複合語) の音調核の識別について調査した。英語の句アクセントと複合語アクセントの識別において、音声のみの提示、振動のみの提示、音声と振動を同時に提示する場合において撮像を実施した。さらにコントロール刺激として、逆再生の音声の場合についてもそれぞれ調査した。

- (3) 海外の聾学校を視察し、英語教育における情報保障の現状について、施設見学・授業見学・聞き取り調査を行った。

4. 研究成果

以下にこれまで述べてきた 3 つの研究調査について、それぞれの研究成果を報告する。(1) 体感音響システムと CALL を組み合わせた個別学習を、愛知県立豊橋聾学校高等部で実施した。調査協力者は 21 名で、現在、発話の音声分析を進めている。本報告書では、すでに処理が終わったデータの一部を掲載している。音声分析データを数値化し、t 検定による統計処理を行った。

表 1 が、2 語についてのデータの一部である。表 2 は、文についてのデータの一部である。ほとんどの調査協力者のデータが、発話の改善における体感音響システム利用の有効性を示すものとなっている。

2 語や文を読み上げる時間は、事後では短くなる傾向が全体で見られる。音調核では強勢を受けるため、長さの変化よりも、音圧の変化が顕著に表れている。

障害の状態により、調査結果も様々であるので、ケーススタディを中心に分析を進めているが、残存聴力がある程度ある者の中には、イントネーションが改善されているケースがいくつかもある。改善されたケースのデータを、図 1 と図 2 に提示する。疑問文 “Do you want to go there?” における文末の上昇イントネーションの改善の事例である。

調査協力者である聴覚障害生徒と現場の英語教員からの聞き取り調査によると、体感音響システムと CALL を組み合わせた個別学習の主な利点は次のようなものが挙げられた。

- ・振動があるとリズムが分かりやすい。
- ・自分のペースで英語を音読する練習ができる。
- ・口を使って反復練習をすることで、英語の記憶が促進される。
- ・意味の区切りに間があることがわかるので、英文の意味がわかりやすくなる。

これらのことから、体感音響システムと CALL を組み合わせた個別学習は、聴覚障害者のための英語音声の基礎力養成に役立つものとなっていることがわかる。

表 1. 2 語の発話 (事前-事後)

調査協力者	2 語の長さ	音調核の長さ	音調核の音圧
A	0.0003 **	0.0057 **	0.0000 **
B	0.0000 **	0.0022 **	0.0000 **
C	0.0023 **	0.0180 *	0.0000 **
D	0.0165 *	0.0058 **	0.0000 **
E	0.1181	0.2126	0.0000 **
F	0.0156 *	0.1239	0.0000 **

* p < 0.05 ** p < 0.01

表 2. 文の発話 (事前-事後)

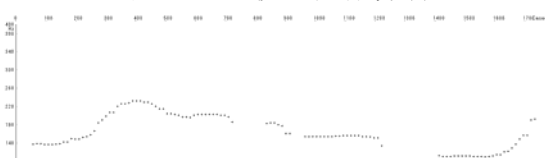
調査協力者	文の長さ	音調核の長さ	音調核の音圧
A	0.0000 **	0.1829	0.0000 **
B	0.0000 **	0.0000 **	0.0000 **
C	0.0005 **	0.0183 *	0.0000 **
D	0.3310	0.1657	0.0000 **

* p < 0.05 ** p < 0.01

図 1. 事前の発話分析



図 2. 事後の発話分析



体感音響システムと CALL を組み合わせた情報保障について、今回主として報告したもの以外にも、その効果を検証する調査をいくつか実施した。

鈴木 (2008) で報告しているように、人工内耳利用者にも体感音響システムを利用してもらい、音声データを収集させてもらった。健聴の日本人の音声データと類似した分析結果を示した。

調査協力をお願いした豊学校では、これまでの英語授業で、単語を覚える時には、カタカナの振り仮名をつけて覚えるようにしていた。しかし、体感音響システムと CALL を組み合わせた学習で、英語音声の反復練習やディクテーションを行い、音声と文字の定着について調査した結果、音声や振動の情報を付与することでスペルの定着に効果があった。

以上に挙げたそれぞれの調査から、体感音響システムを活用した CALL による情報保障は、聴覚障害者の英語学習を促進するものとして有効であることがわかる。今後は聴力レベルや英語力との相関性などについて調査し、さらに、健聴者と障害者とのデータの比較により、英語教育全体に波及効果のある研究へと発展させていきたい。

(2) fMRI による調査については、今回の調査協力者は、聴覚障害者 2 名であった。データの解析も ATR-Promotions に依頼した。データ数が限られているので、必ずしも有効なデータが収集できているとはいえないが、今後の継続的研究にとって、以下の点で有意義なパイロット調査として位置づけることができた。

① 本研究に関する実験デザインを確立することができた。今後、調査協力者を増やして調査することで、聴覚障害者のみならず、日本人英語学習者についてのさらなる研究を進めるための実験方法を構築することができた。

② この実験において、体性感覚の刺激を提示する手段として、骨伝導スピーカーを利用したことにより、教育現場においても新たに骨伝導スピーカーを利用した調査を開始することになった。つまり、骨伝導スピーカーによる体性感覚刺激の活用という新たなテーマを見出すことができた。

③ 体感音響システムによる振動を解析するためには、磁性体に影響されない脳の解析調査が必要であるので、今後は fMRI ではなく、光トポグラフィーなどを利用した調査が必要となることが明らかになった。

今回の調査は、骨伝導や振動の言語との関わりを解明する研究のほんの入り

口の部分でしかない。まだ多くの調査すべき課題があり、脳科学的なアプローチによる教育現場での調査結果の裏付けは、今後も不可欠であると考えられる。

(3) 海外調査については、平成 18 年 6 月にカナダのマニトバ聾学校、同年 9 月にタイのアヌサンスントーン聾学校で実施した。平成 20 年 3 月に中国の上海第四聾学校で実施した。台湾での調査について調査協力者との調整を開始していたが、研究期間内の実施には至らなかった。以下にそれぞれについて簡単に報告する。

①マニトバ聾学校は、カナダのマニトバ州ウィニペグにあり、施設や人材の配備が充実した聾学校である。聾者の社会が確立しているマニトバ州にあるため、バイカルチュラル・バイリンガル方式の教育を実践している。在籍者は約 80 名である。校内には、画面で文字情報を提示するクレストロンシステムが設置してある。校内放送を音声の代わりに文字で行うシステムである。コンピュータやビデオ教材等の資料の作成は、専用の作業室を利用してリソースティーチャーが担当している。リソースティーチャーの他にも言語聴覚士・言語治療士・心理学者・大学教員が、聾学校をサポートするために定期的に訪れるという万全の態勢が整っている。同じ州のギムリにあるシガビョーグ・ステファンソン・アーリー・スクールでインクルージョンの授業を見学することもできた。各教室の教師卓にはパソコンが設置され、スマートボードを利用した授業を実施するなど IT 機器環境が充実していた。

②アヌサンスントーン聾学校はタイ北部のチェンマイにあり、30 年以上の歴史を持ち、約 400 名の生徒が在籍している。コンピュータを利用した授業の見学、英語授業の見学、教員からの聞き取り調査を実施した。コンピュータの授業は社会科で、ワードを使用して表や絵を挿入した文書を作成していた。コンピュータの導入が始まってから、まだ 1 年ほどしか経っていないそうである。キーボードがまだ両手で打てない生徒が多いということであった。英語については、小学部と高等部の授業を見学したが、小学部は英語のアルファベットの指文字を使って単語を表す練習をし、高等部は調理をしながら、それに関連する英語や食べ物の名前を覚えていた。補聴器を使用している生徒は、ほとんどいない。トータルコミュニケーションによる教育を行っているといっているが、音声面の指導はあまり行われていないようだった。

③上海第四聾学校は、中国の中でも最先端の聾学校のひとつである。小学部と中学部のみ

で、在籍者数は約 120 名である。人工内耳利用者は 2~3 名で、多くの生徒が補聴器を利用している。言語訓練の施設が充実していて、コンピュータを利用した言語訓練を積極的に実施している。コンピュータを利用した授業では、HP の作成、ネット検索、ワードやエクセルなどの教育が中心となっている。中学 2 年生の理科を見学したが、生徒たちは、酸性雨についてインターネットで調べてレポートを作成していた。英語の授業見学も中学 2 年生で、先生が指文字を利用して発音を丁寧に教えていた。時々 ASL も使用していたが、基本的には発話を促すように心掛けているということであった。

視察した海外聾学校の IT 機器導入のレベルには差があるが、将来的には、確実にその利用が増えていく傾向がみられた。今は、IT リテラシー教育や IT 機器を活用しての資料作りが中心であるが、すでに言語訓練の現場でもコンピュータが利用されているので、当然、英語教育にも活用されるようになるであろう。よって、今後は聴覚障害者英語教育でも CALL の活用が普及していくと予測できる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

- ① 鈴木 薫、人工内耳利用者の英語音声に関する調査研究、学術論文集 英語音声学、第 11 号・12 号合併号、181-190、2008、査読有
- ② 鈴木 薫、聴覚障害者英語教育における体感音響システムと CALL の活用—聴覚障害者英語集中セミナーの実践報告—、日本聴覚障害教育実践学会・日本国際聾教育学会第 10 回記念合同大会発表論文集、25-32、2007、査読有
- ③ 鈴木 薫、河合世里子、聴覚障害者英語教育における体感音響システムを利用した CALL の愛知県立豊橋聾学校における実践、第 9 回アジア太平洋地域聴覚障害問題会議 第 40 回全日本聾教育研究大会 (関東大会) 研究集録、87-88、2006、査読有
- ④ 鈴木 薫、聴覚障害者英語教育における体感音響システムの活用—健聴大学生と対象とした研究調査の視点から—、日本国際聾教育学会第 9 回大会発表論文集、11-16、2006、査読有

[学会発表] (計 3 件)

- ① 鈴木 薫、骨伝導スピーカーを利用した英語音声習得、日本英語音声学会中部支部第 16 回研究大会、2009 年 3 月 7 日、東京第一ホテル錦

- ② 鈴木 薫、fMRIを活用した体感音響振動の分析—聴覚障害者を対象として—、日本英語音声学会第13回全国大会、2008年11月29日、中部大学名古屋キャンパス
- ③ Kaoru Suzuki, A Speech Analysis of the Auditory-Impaired on the English Prosodic Change by Using CALL in conjunction with the Somatic Vibration System, 9th Joint Seminar of EPSJ (English Phonetic Society of Japan) & PSK (Phonetic Society of Korea), March 25th, 2007, Seoul National University

〔図書〕(計0件)

なし

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

なし

○取得状況(計0件)

なし

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 薫 (SUZUKI KAORU)

名古屋学芸大学短期大学部・現代総合学科・准教授

研究者番号：20221319

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし